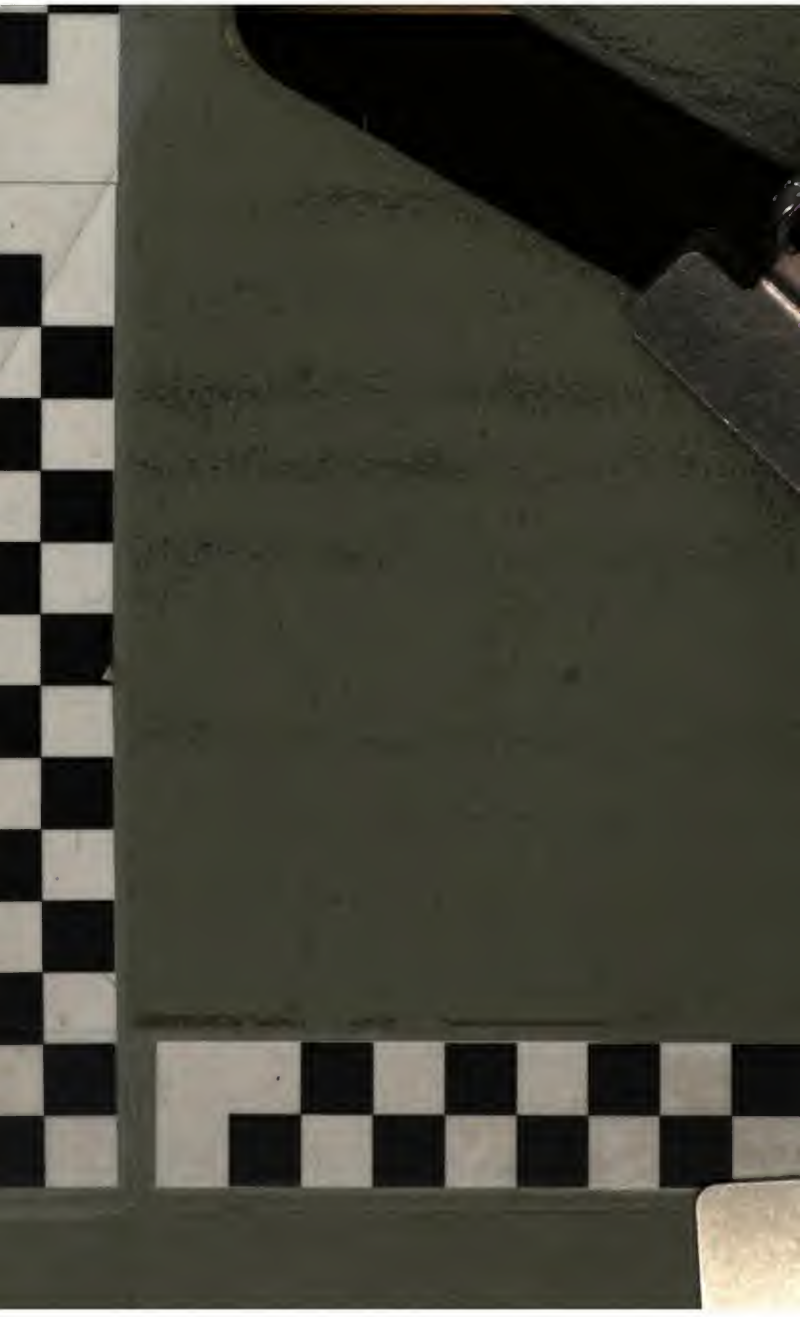
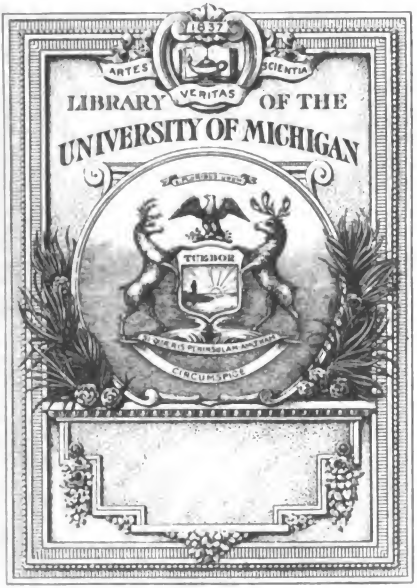



1837
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR
CIRCUMSPICE

QC
5
.F529
v.9

Physikalisches
Wörterbuch

oder

Erklärung der vornehmsten zur Physik gehörigen Begriffe und Kunstwörter

so wohl

nach atomistischer als auch nach dynamischer Lehrart betrachtet

mit

kurzen beygefügten Nachrichten von der Geschichte der Erfindungen und Beschreibungen der Werkzeuge

in

alphabetischer Ordnung

von

D. Johann Carl Fischer

Königl. ordentl. Professor der Mathematik und Astronomie zu Greifswald und verschiedener gelehrten Gesellschaften Ehrenmitgliede.

Neunter Theil

als

dritter Supplement-Band. Von Farb. bis Magnet.

Mit vier Kupfertafeln in Quart.

Göttingen, 1825.

In der Dieterich'schen Buchhandlung.

Dem

Durchlauchtigſten,

Großmächtigſten,

Gnädigſten Könige und Herrn

Carl Johann

Könige von Schweden und Norwegen

unterthänigſt und hochachtungsvoll

gewidmet

von

dem Verfaſſer.

Durchlauchtigſter,

Großmächtigſter,

Gnädigſter König und Herr,

Library cou.
Perils
-5-22-24
9749

Ew. Königliche Majeſtät geruhen, gegenwärtige Schrift, welche ich vor Höchſt Dero hohen Fürſtenthrone niederzulegen mich erkühne, als ein geringes Merkmal meiner tiefſten und unbegränzten Ehrfurcht huldreichſt anzunehmen. Ich vermochte nicht, dem Drange meines Herzens zu widerſtehen, einem der größten Verehrer und Beſchützer der Muſen ein öffentliches Opfer meiner in-

nigsten Hochachtung darzubringen. Nie wird sich aus meinem Innern die Ehrerbietung verdrängen lassen, mit welcher ich ersterbe

Ew. Königliche Majestät

Greifswald
im Februar 1825.

unterthänigster Diener
Johann Carl Fischer.

F

Farben, zufällige (Zuſ. zu S. 417. Th. VI.). Darwin bemerkte ſchon, daß die Benennung, zufällige Farben, unſchicklich ſey. Weit ſchicklicher hat der Herr v. Goethe ſie mit dem Namen phyſiologiſcher Farben beleget, indem der Grund davon vorzüglich im Auge ſelbſt zu liegen ſcheinet. Sie entſtehen gewöhnlich nach anhaltendem Lichtreize, mechaniſchem Druck gegen das Auge, durch Congeſtion des Blutes, Schwindel und krankhafte Nervenzuſtände des Auges u. ſ. f. Der Herr v. Goethe hat vorzüglich hieher gehörige ſehr ſchätzbare Verſuche angeſtellt. Einer der ſchönſten iſt folgender:

Man ſetze in einem dunkeln Zimmer zwey brennende Kerzen, ungefähr in gleicher Entfernung von dem Beobachter, und etwa gegen $1\frac{1}{2}$ Fuß von einander entfernt, auf den Tiſch. Dann lege man einen Bogen weißes Papier zwiſchen ſich und die Lichter auf den Tiſch, und halte ein dünnes Stäbchen, ungefähr ſenkrecht auf die Mitte des Papiers, ſo erhält man von demſelben zwey Schattenbilder, welche nicht ſchwarz, ſondern grau, ſind, weil das Schattenbild, welches das eine Licht verurſachet, von dem andern erleuchtet wird. Bringt man aber jetzt vor die eine Lichtflamme ein ſo großes farbiges Glas, daß dadurch die ganze Papierfläche einen der Farbe des Glaſes entſprechenden Farbenhauch erhält, ſo wird der dieſem Glaſe zugewandte Schatten mit demſelben, nur etwas dunkelerem Farbenhauche erſcheinen, während der entgegengeſetzte abgewendete Schatten die zugehörige Ergänzungsfarbe darbietet. War daher z. B. die Farbe des Glaſes grün, ſo erſcheint die des Gegenſchattens roth; war die erſtere blau, ſo iſt die letztere

orange, war jene violet, so zeigt diese gelb und umgekehrt.

Hiemit lassen sich eine Menge anderer Beobachtungen verbinden, welche alle auf einerley Grund zu beruhen scheinen.

Wenn man einen sehr lebhaft farbigen Streifen auf weißes Papier leget, welches sehr stark erleuchtet ist, ihn eine Zeit lang unverwandten Blickes betrachtet, und ihn alsdenn schnell entfernet, so sieht man Statt seiner auf dem Papier ein gleich großes Bild von der entgegengesetzten Farbe.

Wenn man eine farbige Glastafel so gegen ein Fenster hält, daß sich dieses sowol auf der obern als untern Fläche abspiegelt, so erscheinen die Ränder des untern Bildes, wo es ein wenig über das obere hervorraget, allezeit in der entgegengesetzten Farbe des Spiegelglases.

Mehrere solche Erscheinungen erzählen van Breda α) v. Grotthus β) und Kastner γ). Letzterer führet an, daß, wenn er nach anhaltendem Lesen und Schreiben plötzlich das Buch ꝛc. weglege, er oft noch eine kurze Zeit hindurch das Bild der Schrift, besonders der Landcharten, mathematischer Formeln ꝛc. auf neben liegendem weißen Papiere und selbst in der Luft schweben sehe, so daß er einzelne Worte, Zeichen ꝛc. sehr deutlich erkenne.

So verschieden auch alle diese Erscheinungen seyn mögen, so lassen sie doch nach v. Grotthuß folgende sehr genügende Erklärung zu, wodurch sie unter einen einzigen gemeinschaftlichen Gesichtspunkt gestellet werden.

Es ist eine Thatsache, daß das Licht die Empfindlichkeit des Auges abstumpft, die Dunkelheit aber erhöht. Ein jeder, welcher aus einem sehr hellen Zimmer in ein dunkeles geht, macht die Erfahrungen auf seinen

α) Gilbert's Annalen der Physik. B. LIV. S. 522.
β) Schweigger's Journal. III. 148.
γ) Gren's Grundriß der Naturlehre. Halle 1820. §. 744. Anmerk.

eigenen Augen. Der Eindruck nämlich, welchen das Licht auf das Auge macht, verschwindet nicht in demselben Augenblicke, wo das Licht einzuwirken aufhört. Und je heftiger das Licht gewirket hat, desto dauernder ist der Eindruck, den es zurückläßt, und eben diese noch fortdauernde Wirkung ist es, welche das Vermögen neue schwächere Lichteindrücke zu empfinden abstumpft. Daß nicht allein ein weißes, sondern auch ein farbiges Licht so auf unser Auge wirke, lehret die Erfahrung. Verbindet man aber mit diesen Thatsachen, die an sich nicht unwahrscheinliche Hypothese, daß farbiges Licht die Sehkraft nur für diese Farbe schwäche, nicht aber für das übrige farbige Licht, wodurch jenes zu Weiß ergänzet wird, so erklären sich die angeführten Erscheinungen auf die ungezwungenste Art. Denn wenn z. B. in dem angeführten Versuche des Herrn v. Goethe die Farbe des Glases grün ist, so wird dadurch die Sehkraft für Grün, aber nicht für die Ergänzungsfarbe Roth geschwächt. Betrachtet nun das Auge den zweyten Schatten, der blos graues Licht ins Auge sendet, so erhält es in diesem Lichte alle drey Grundfarben, aber die Empfindlichkeit für Grün d. i. für Blau und Gelb, ist geschwächt, und so muß also die Empfindung des Rothen vorwalten, und der Schatten in dieser Farbe erscheinen. Es ist sehr leicht einzusehen, daß die übrigen in diesem Artikel angeführten Erscheinungen ganz ähnliche Erklärungen zulassen.

Farbenbild (Zus. zu S. 417. Th. VI.). Der Herr **Lüdicke** *) hat das kleine Schwungrad für Farbenversuche nach der Zeit so verbessert, daß die Farbenscheibe auf der Fläche des Rades allenthalben genau aufliegt, und die aufgetragenen Farben nunmehr alle in einer und derselben Ebene sich bewegen. Außerdem hatte er das an selbigem angebrachte Sehrohr, welches ganz ohne Glas ist, so eingerichtet, daß es nach Belieben

*) Gilbert's Annalen. B. XXXIV. S. 4. f.

verschoben und also gestellet werden konnte, daß man durch den 0,2 Zoll breiten Ring jedes Mal nicht mehr als den verlangten Farbenring sah. Bey dem stärksten Umlaufe des Rades beschreibt es in einer Sekunde 18 Umgänge. Liegt die Regenbogenscheibe darauf, so zeiget sich dann 24 Sekunden lang ein weißes Licht; erst nach 50 Sekunden entsteht ein glänzender Regenbogen, bis endlich die Bewegung nach ungefähr einer Minute gänzlich aufhöret. Bey 12 bis 10 Umgängen auf eine Sekunde findet noch die völlige Vermischung der Farben statt; nur erst bey 6 Umgängen auf eine Sekunde scheinen einige Farben deutlich hervor; und bey $2\frac{1}{2}$ Umgängen auf die Sekunde erscheinen alle Farben sehr schön verlaufen, und der Regenbogen ist glänzend. Da nun nach der Bemerkung des Herrn Lüdicke der Eindruck, welchen das Licht auf der Netzhaut macht, nach Segner's Bestimmung $\frac{1}{2}$ Sekunde, und nach d'Accy $2\frac{2}{3}$ Sekunden dauert; so würden hiernach die Farben sich völlig haben vermischen und Weiß darstellen müssen, wenn die Farben eben so lange dauernde Eindrücke, als das ungefärbte Licht, auf der Netzhaut zurückließen. Da aber 12 oder wenigstens 10 Umgänge in einer Sekunde erfordert werden, um eine völlige Vermischung der Farben zu bewirken, so wird hiedurch der sehr natürliche Schluß bestätiget, daß die Eindrücke des farbigen Lichtes nicht so dauernd auf der Netzhaut, als die des weißen Lichtes, seyn können.

Der Herr Fraunhofer *) hat sich bemühet, aufzufinden, in welchem Verhältnisse der Eindruck, den irgend eine Farbe im Farbenbilde auf das Auge macht, stärker oder schwächer sey, als der einer andern Farbe. Er brachte nämlich in einem eigens zu dem Theodolith-Fernrohre gemachten Okulare von der Okularlinse an dem Orte, wo das durch das Objektiv hervorgebrachte Bild hinfällt, einen kleinen unter 45° geneig-

*) Ebendaselbst. B. LVI. S. 297 ff.

ten Planspiegel von Metall an, dessen einer Rand sehr scharf begrenzt ist, und das Gesichtsfeld in der Mitte zerschneidet. Dieser Rand läuft vertikal, und das Okular ist so gestellet, daß man ihn deutlich sieht. An der Seite des Okularrohres ist ein der Länge nach durchschnittenes Rohr so angebracht, daß es in senkrechter Richtung auf den scharfen Rand des Spiegels und die Axe des Fernrohrs steht. In den Einschnitt dieses Rohrs kann ein engeres kurzes Rohr, welches das weitere quer durchschneidet, und vertikal steht, geschoben werden; in diesem engen Rohre befindet sich, in der Achse des weitern, eine kleine Flamme, welcher Oehl durch eine Verbindung mit einem Oehlgefäße von außen zufließen kann, und es hat in der Axe des weitern, gegen den Spiegel zu, eine kleine runde Oeffnung, durch die von der Flamme Licht auf den Spiegel fällt. Man sieht also durch das Okular im halben Gesichtsfelde den durch die Flamme beleuchteten Spiegel, während durch die andere Hälfte des Gesichtsfeldes eine der Farben im prismatischen Sonnenbilde gesehen wird. Uebrigens kann der Spiegel so beleuchtet werden, daß der Eindruck, welchen das Licht desselben, durch das Okular gesehen, auf das Auge macht, eben so stark ist, als der Eindruck einer durch die andere Hälfte des Gesichtsfeldes gesehenen Farbe im prismatischen Sonnenbilde. Die Quadrate der Entfernungen der Flamme vom Spiegel, bey den verschiedenen Farben im Spectrum, sind alsdenn umgekehrt die Verhältnisse der Intensität derselben.

Anfangs scheint es etwas schwer, Licht von zwey verschiedenen Farben unter sich zu vergleichen; einige Uebung erleichtert dies aber ungemein. Das Licht des Spiegels kömmt, in Hinsicht seiner Intensität, dem einer Farbe im Spectrum alsdenn am nächsten, wenn der scharfe Rand desselben, bey unverrücktem Okulare, am wenigsten deutlich erkannt wird. Kommt man auf dem Spiegel im Farbenbilde an einen mehr oder weniger hellen Ort, so

wird in beyden Fällen der Rand des Spiegels deutlicher erkannt, weil dadurch in dem einen Falle der Spiegel, in dem andern die Farbe des Spectrums gleichsam im Schatten zu liegen scheint. Wenn die Linien und Streifen im Farbenbilde deutlich gesehen werden, so ist die Vergleichung mit dem Spiegel etwas schwer und unsicher, weil die hellern und dunkeleren Streifen fast in jeder Farbe neben einander liegen; es wurde deswegen die Oeffnung am Fensterladen so breit gemacht, daß nur die stärkern Linien undeutlich erkannt wurden, und man folglich die feinern nicht sah. Statt des Spiegels ausserhalb des Fensterladens, durch welchen das Licht einfiel, war nur eine weiße ebene Fläche angebracht, die von der Sonne beleuchtet wurde, weil eine Unvollkommenheit des Spiegels das Licht unregelmäßig zerstreuet, welches die Bestimmung erschwert.

Zur Abänderung der Versuche hat Herr Fraunhofer die runde Oeffnung vor der Flamme einmal größer, als das andermal gemacht. Er stellte auch an das Ende des weitern Rohrs ein auf einer Seite rauh geschliffenes Glas, durch welches erst der Spiegel beleuchtet wurde. In diesem Falle wurden die Entfernungen der Flamme von dem rauhen Glase an gemessen. Will man allen Täuschungen entgehen, so muß die Einsicht am Okulare nur klein seyn, und an dem Orte stehen, wo die Hauptstrahlen die Axe schneiden. Mit einem Prisma von Flintglase N. 13, dessen brechender Winkel 26°24′5 betrug, erhielt er die nachfolgenden Resultate. Obgleich diese Versuche bey sehr hellem Himmel und am Mittage gemacht wurden, so war doch einige Mal eine Veränderung in der Dichtigkeit des auf das Prisma fallenden Lichtes während der ganzen Zeit der Beobachtung wahrzunehmen. Ein Theil der Unterschiede in den vier von ihm angestellten Versuchen kann von diesen Veränderungen herrühren; auch die Flamme kann innerhalb der Zeit des ganzen Versuches ihre Helligkeit verändert haben. Wenn die Intensität des Lichtes am hellsten

Orte = 1 geſetzet wird, ſo fand Hr. Fraunhofer das Mittel aus 4 Verſuchen bey (Fig. 1.) B = 0,032, bey C = 0,094, bey D = 0,64, zwiſchen D und E = 1,00, bey E = 0,48, bey F = 0,17, bey G = 0,031, und bey H = 0,0056 der hellſte Ort liegt um ungefähr $\frac{1}{3}$ oder $\frac{1}{4}$ der Länge D E von D nach E zu. Genau iſt die Lage dieſes Ortes nicht anzugeben.

Durch die Curve an der Fig. 1. wird die Intenſität des Lichtes der verſchiedenen Farben dargeſtellt; die eben gefundenen Werthe ſind die Ordinaten, und die gemeſſenen Bogen B C, C D u. ſ. w. die Abſciſſen. Das Verhältniß der Abſciſſen zu den Ordinaten iſt willkührlich. Man kann annehmen, daß durch die Flächenräume B C, C D, u. ſ. w. der Curve, die Menge des Lichtes in den verſchiedenen Räumen dargeſtellt werde. Nennt man die Menge des Lichtes in dem Raume D E = 1, ſo iſt ſie im Raume B C = 0,021, im Raume C D = 0,299, im Raume D E = 1,000, im Raume F G = 0,185, und im Raume G H = 0,035.

Daß übrigens im Farbenbilde vom Sonnenlichte ſich viele Linien und Streifen zeigten, welche vom Hr. Fraunhofer zuerſt ſind entdecket worden, iſt bereits unter dem Artickel: Farben (Th. VIII. S. 664) angeführt worden. Um zu zeigen, daß alle dieſe Linien nicht von der Beugung des Lichtes, wie man vermuthen konnte, herrührten, änderte Herr Fraunhofer die Verſuche noch auf folgende Art ab.

Läßt man durch eine runde Oeffnung am Fenſterladen, deren Durchmeſſer ungefähr nur 15 Sekunden beträgt, Sonnenlicht auf ein Prisma fallen, das vor dem Theodolith-Fernrohre liegt, ſo iſt klar, daß das Farbenbild, welches durch das Fernrohr geſehen wird, nur unmerkliche Breite haben, und mithin nur eine Linie bilden kann; in einer farbigen Linie aber können keine feinere Querlinien geſehen werden. Um in dieſem Farbenbilde die vielen Linien, welche in den einzelnen Farben ſenkrecht auf die Länge des prismatiſchen

Spectrums daſſelbe durchziehen, wahrnehmen zu können, käme es nur darauf an, durch das Objektiv das Farbenbild breiter zu machen, ohne es in ſeiner Länge im geringſten zu ändern. Dies hat Hr. Fraunhofer dadurch zu Stande gebracht, daß er an das Objektiv noch ein Glas legte, welches auf der einen Seite ſehr gut plan, auf der andern nach einem Cylinder von ſehr großem Durchmeſſer gekrümmt war. Die Axe des Cylinders lief mit der Grundfläche des Prisma genau parallel; folglich konnte das Farbenbild in ſeiner Länge nicht geändert werden, und wurde nur breiter gemacht. In dieſem Falle erkannte er im Farbenbilde alle Linien wieder unverändert, ſo wie ſie geſehen werden, wenn das Licht durch eine lange ſchmale Oeffnung einfällt.

Dieſelbe Vorrichtung hat er dazu angewendet, zur Nachtzeit nach der Venus zu ſehen, ohne das Licht durch eine kleine Oeffnung einfallen zu laſſen, und er fand auch im Farbenbilde vor dieſem Lichte die Linien, wie ſie im Sonnenlichte geſehen werden. Da aber das Licht der Venus, im Vergleiche mit dem von einem Spiegel reflectirten Sonnenlichte, nur ſehr geringe Dichtigkeit hat, ſo iſt die Intenſität der violetten und äußern rothen Strahlen ſehr ſchwach und deswegen werden in dieſen beyden Farben ſelbſt die ſtärkern Linien ſchwer erkannt, in den übrigen Farben aber ſind ſie ſehr gut zu ſehen.

Mit derſelben Vorrichtung hat er Verſuche mit dem Lichte einiger Fixſterne erſter Größe angeſtellt, welches noch vielmal ſchwächer, als das der Venus iſt; daher auch dies Farbenbild jenen an Helligkeit vielmal nachſteht. Demohngeachtet hat er ohne alle Täuſchung, im Farbenbilde vom Lichte des Sirius breite Streifen wahrgenommen, die mit denen vom Sonnenlichte keine Aehnlichkeit zu haben ſcheinen. Einer dieſer Streifen iſt im Grünen, und zwey ſind im Blauen. Auch im Farbenbilde vom Lichte anderer Fixſterne erſter Größe erkennt man Streifen; doch ſcheinen dieſe Sterne, in Abſicht der Streifen unter ſich verſchieden zu ſeyn.

Das Licht der Elektricität ist in Hinsicht der Streifen und Linien des Farbenbildes, so wohl vom Sonnenlichte, als auch vom Lichte des Feuers sehr auffallend verschieden. Man findet im Farbenbilde von diesem Lichte mehrere, zum Theil sehr helle Linien, worunter eine im Grünen gegen den übrigen Theil des Spectrums fast glänzend hell ist. Eine andere nicht so ganz helle ist im Orangen. Diese letztere scheint dieselbe Farbe zu haben, wie die helle Linie im Farbenbilde vom Lampenlichte, mißt man aber den Winkel der Brechung, so findet man, daß ihr Licht bedeutend stärker gebrochen ist, ungefähr so wie die gelben Strahlen beym Lampenlichte. Gegen das Ende des Farbenbildes im Rothen bemerkt man eine Linie, die nicht sehr hell ist; ihr Licht wird, so weit man sich versichern konnte, eben so stark gebrochen, wie das der hellen Linie vom Lampenlichte. In dem übrigen Theile des Farbenbildes kann man noch 4 helle Linien sehr leicht erkennen.

Läßt man Lampenlicht durch eine sehr schmale Oeffnung, von 15 bis 30 Sekunden Breite, auf ein stark zerstreuendes Prisma fallen, so erkennt man, daß die röthlich gelbe helle Linie dieses Spectrums aus zwey sehr feinen hellen Linien besteht, die in Stärke und Entfernung den beyden dunkeln Linien D im Farbenbilde vom Sonnenlichte ähnlich sind. Sowohl wenn die Oeffnung, durch welche das Lampenlicht fährt, schmal, als wenn sie breit ist, wird, wenn man die Spitze der Flamme frey läßt, die röthlich gelbe Linie des Farbenbildes nicht sehr hell gesehen, und daher schwerer erkannt. Es scheint demnach diese Linie hauptsächlich von dem Lichte der beyden Enden der Flamme, besonders von dem untern gebildet zu werden.

Im Farbenbilde von dem Lichte, welches durch Verbrennen von Wasserstoffgas, auch in dem, welches durch Verbrennen von Alkohol entsteht, ist die röthlich gelbe Linie im Verhältnisse zu dem übrigen Theile des

Farbenbildes sehr hell. Beym Verbrennen von Schwefel wird sie nur sehr schwer erkannt.

Farbenmesser (Colorigrade) (N. A.) ist eine Vorrichtung, wodurch man auf eine unveränderliche, beständige und vergleichbare Art alle Farbenabstuffungen, welche die Farben der Naturkörper darbieten können, bestimmen kann. Man hatte bisher kein Werkzeug, welches mit Genauigkeit die Abstuffungen der verschiedenen farbigen Körper anzugeben im Stande gewesen wäre. Herr **Biot** wurde auf Anrathen des Herr **Latreille** zur Erfindung eines solchen geleitet. Es besteht dasselbe aus einem schwarzen Glase, das sich vor der Röhre eines Fernrohres befindet, und das vermittelst einer Schraube so geneigt werden kann, daß die zurückgeworfenen Strahlen polarisirt in das Rohr zurückgeworfen werden. Man überzeuget sich, daß diese Bedingung erfüllt sey, wenn, indem man das zurückgeworfene Lichtbündel vermittelst eines achromatischen Prisma aus isländischem Doppelspath, der die Stelle des Augenglases vertritt, untersuchet, an 4 Lagen des Prisma findet, in welchen der Strahl sich nicht mehr theilt, sondern sich gänzlich nach einer Richtung bricht.

Wenn dies so angeordnet worden, stellt man, um die Farben hervorzubringen, zwischen das schwarze Glas und das Prisma eine krystallisirte Platte, die senkrecht auf die Axe ist geschnitten worden, und die durch eine Drehungsbewegung sich unter verschiedenen Winkeln neigen läßt, stets aber in eine Einfallsebene, die einen Winkel von 45° mit der Zurückwerfungsebene auf dem schwarzen Glase macht. Dann erscheinen die Farben der Ringe, und sie verändern sich in dem Verhältnisse, in welchem sich die Platte neigt. Um langsame Veränderungen der Farbenabstuffungen zu erhalten, muß man sich Platten bedienen, die wenig Dicke haben, und die von Krystallen genommen werden, deren polarisirende Kräfte schwach sind. Der Bergkrystall eignet sich vorzüglich zu diesem Zwecke. Hiezu ist aber eine Bedin-

gung unumgänglich nothwendig, nämlich daß die Platten durchgängig genau gleiche Dicke haben; denn die Farbenabstuffungen hangen zugleich von der Intensität der polarisirenden Kraft und der Länge der Röhre, während der sie sich äußert, ab. Biot fand, daß zur Hervorbringung dieser Bedingungen mit denselben Wirkungen sehr dünne Blättchen von Glimmer geschickt waren, weil die Natur diesem Mineral ein solches blätteriges Gefüge zugetheilet hat, das sich sehr leicht zertheilen läßt.

Dieser Farbenmesser kann auch, mittelst einer kleinen Abänderung, als Kyanometer dienen, den mehr oder weniger Grad der Bläue des Himmels zu bestimmen, der nach dem Zustande der Luft und des Himmelstrichs verschieden ist. Zu dem Ende dreht man den Knopf, der das System der Glimmerblättchen trägt, bis sie aufhören, sich in der Bahn des polarisirten Strahls zwischen zu stellen; dann setzt man an ihre Stelle eine auf die Axe senkrecht geschnittene Platte von Bergkrystall, die eine Dicke von etwa 3 Millimetres hat. Diese Platte, die unter einem Einfallswinkel, der ein rechter ist, dargeboten wird, äußert keine von der Axe ausgegangene polarisirende Wirkungen; sondern es entwickeln sich in ihr alsdenn andere von der Krystallisation unabhängige Kräfte.

M. s. traité de physique expérimentale et mathematique p. *J. B. Biot* Ta. IV. Chap. V. und dessen Auszug aus diesem Werke in zwey Bänden der deutschen Uebersetzung Th. II.

Farbenzerstreuung (Zus. zu S. 421. Th. VI.). bisher war die Lehre von der Farbenzerstreuung der Körper blos in der Absicht untersuchet worden, um achromatische Verbindungen zur Verbesserung der Fernröhre aufzufinden; auf eine allgemeine Art war diese Sache noch nicht behandelt worden. D. Wollaston *) war

*) Philos. Transact. for 1802. frey übers. von Mollweide in Gilbert's Annal. B. XXXI. S. 398. ff.

der erſte, der dieſen wichtigen Gegenſtand einer allgemeinen Unterſuchung unterwarf. Wenn man annimmt, daß für die Strahlen von mittlerer Brechbarkeit das Verhältniß der Brechung durchs Prisma $\mu : 1$, und das durch die brechende durchſichtige Materie, welche mit der Grundfläche des Prisma in Berührung iſt, und eine Zurückwerfung des Lichtes durch das Prisma ins Auge bewirket, $v : 1$ geſetzet wird, ſo iſt, wenn δ den Zurückwerfungswinkel an dieſer Grundfläche für die Gränze der Zurückwerfung und Brechung bezeichnet, $\sin. \delta = \frac{v}{\mu}$. Für die violetten Strahlen ſetze man ferner $\mu + d\mu$, $v + dv$, $\delta + d\delta$, und für die rothen $\mu - d\mu$, $v - dv$, $\delta - d\delta$ dasjenige, was μ, v, δ für die mittleren waren, ſo iſt $d\mu : dv$ das Verhältniß der Zerſtreuungen, und

$$d\delta = \frac{\mu\, dv - v\, d\mu}{\mu \sqrt{(\mu^2 - v^2)}}$$

Sollen die Strahlen jeder Art von der Grundfläche des Prisma parallel zurückgeworfen werden, ſo iſt $d\delta = 0$, und folglich $\mu\, dv = v\, d\mu$, mithin $d\mu : dv = \mu : v$, mithin das Verhältniß der Zerſtreuungen im Prisma und der angrenzenden durchſichtigen brechenden Materie dem umgekehrten Verhältniſſe der Brechung der mittleren Strahlen aus jenem in dieſe gleich. Auch iſt

$$\frac{d\mu}{\mu} : \frac{dv}{v} = 1 : 1$$

Schätzt man daher die Größe der zerſtreuenden Kraft eines Mediums nach der Größe des Winkels, welchen die äußerſten Farbenſtrahlen mit den mittleren machen, in Beziehung auf den Einfallswinkel, wenn dieſer klein iſt, ſo kann man, da ſich in dieſem Falle die Sinus für die Winkel ſetzen laſſen, auch ſagen, daß die zerſtreuenden Kräfte der Glasart des Prisma und des Mediums unter der Grundfläche deſſelben gleich ſind.

Hieraus ergiebt sich also nach **Wollaston**, daß, wenn die zerstreuenden Kräfte des Prisma und des angrenzenden Mediums gleich sind, ohne daß die mittleren Brechungen gleich zu seyn brauchen, die Grenze der totalen Reflexion und der Refraction farbenlos erscheinen wird, wofern nur die dem Auge zugekehrte Seitenfläche des Prisma senkrecht auf dem Wege des reflectirten Lichtes ist.

Wenn $\frac{dv}{v} > \frac{d\mu}{\mu}$ ist, so ist $d\delta$ positiv, und die violetten Strahlen kommen unter einem kleinern Neigungswinkel von der Grundfläche des Prisma zurück, als die mittleren, und diese wieder unter einem kleinern, als die rothen. Ist aber $\frac{dv}{v} < \frac{d\mu}{\mu}$, so ist es gerade umgekehrt.

Wenn daher die Zerstreuungskraft des Mediums unter der Grundfläche des Prisma größer als diejenige des Prisma ist, so wird die gewöhnliche Ordnung, in welcher die Farbenstrahlen zurückgeworfen werden, umgekehrt, so daß nun an der Grenze der totalen Reflexion und der Refraction nach innen zu das Rothe, nach aussen zu aber das Gelbe sich zeiget, vorausgesetzt, daß die Ordnung, in der das Licht reflectirt wird, durch die Brechung beym Austritt aus dem Prisma nicht aufgehoben wird. Um hierüber zu entscheiden, muß noch untersuchet werden, was die Brechung beym Austritte der reflectirten Strahlen aus dem Prisma für einen Einfluß auf die Erscheinung der Farben hat. Es sey daher α der Brechungswinkel der mittleren Strahlen an der dem Auge zugekehrten Seitenfläche des Prisma, und β der Neigungswinkel jeder der beyden brechenden Seitenflächen gegen die reflectirende Grundfläche, so ist $\sin.\alpha = \sin.\beta\sqrt{(\mu^2 - v^2)} - v\cos.\beta$, und hieraus hat man

$$d\alpha = \frac{\sin.\beta(\mu\,d\mu - v\,dv) - dv\cos.\beta\sqrt{(\mu^2 - v^2)}}{\cos.\alpha = \sqrt{(\mu^2 - v^2)}}$$

Eine große Mannigfaltigkeit solcher Erscheinungen, wie die erwähnten, läßt sich durch Auflösungen metallischer Salze erhalten. Die meisten dieser Verbindungen besitzen eine so starke zerstreuende Kraft, daß sie selbst an Flintglas gebracht eine Umkehrung der Farbenordnung an der Grenze der totalen Reflexion und der Refraction bewirken. In einem verdünntern Zustande muß man sie mit Crownglas oder Tafelglas in Berührung setzen, um dieselbe Wirkung hervorzubringen.

Die bisher betrachteten Erscheinungen bieten kein Mittel zu einer eigentlichen Messung der zerstreuenden Kräfte dar; dies findet sich blos in dem Falle vor, wo die Grenze der totalen Reflexion und der Refraction farbenlos erscheinet. In einem solchen Falle nämlich sind die aus dem Prisma ausfahrenden Farbenstrahlen parallel, mithin $d\alpha = o$, und daher

$\sin.\beta\ (\mu d\mu - v dv) = dv\ \cos.\beta \sqrt{(\mu^2 - v^2)}$ und

$$\frac{d\mu}{dv} = \frac{v}{\mu} + \cot.\beta \sqrt{(1 - \frac{v^2}{\mu^2})}$$

Ist demnach das Verhältniß der Brechung aus dem Prisma in das angrenzende Medium für die mittleren Strahlen $v : \mu$ sammt dem brechenden Winkel β bekannt, so ergiebt sich dadurch das Verhältniß der Farbenzerstreuungen im Prisma und dem berührenden Medium, $d\mu : dv$.

Am leichtesten wird dasselbe wieder durch das vierseitige rechtwinklichte Prisma erhalten. Denn, da für selbiges $\cot.\beta = o$ ist, so hat man $d\mu : dv = v : \mu$, und

$$\frac{d\mu}{\mu} : \frac{dv}{v} = v^2 : \mu^2 = \begin{cases} v : \mu \\ v : \mu \end{cases}$$

also das Verhältniß der Zerstreuungen dem der Brechung, das Verhältniß der zerstreuenden Kräfte aber dem verzweyfachten Verhältnisse der Brechung gleich.

Hiernach hat **Wollaston** für 33 Körper die Ordnung bestimmt, worin sie nach ihren brechenden Kräften ste-

hen, ohne jedoch irgend eine Schätzung des Zahlwerthes derſelben zu geben.

Herr Brewſter hat dieſen Gegenſtand viel weiter, als Herr Wollaſton, verfolget, und mit Hülfe eines ſinnreichen Inſtrumentes die zerſtreuenden Kräfte an mehr als 100 durchſichtigen Körpern, wovon der größte Theil noch nie unterſuchet worden war, in Zahlen beſtimmt.

Das Inſtrument iſt in Fig. 2. in einem ſenkrechten Durchſchnitte abgebildet: der ringförmige Kreis AB iſt auf ſeinem äußern Umfange in 360° getheilt, und feſt mit dem röhrenförmigen Stück ee verbunden, welches ſich auf der Röhre dd' dd' bewegen läßt, deren Ende dd in dem Fußgeſtell CD feſtſitzet. Auf dieſer letztern Röhre iſt ein anderes kleines Rohr befeſtiget, das den Arm dc trägt, auf deſſen Umfang der Nonius angebracht iſt, welcher die Grade der Theilung weiter eintheilet. Das vordere Ende d'd' jener Röhre endiget ſich in einem Ringe, und an dieſen iſt das Prisma m befeſtiget, deſſen zerſtreuende Kraft man beſtimmen will. Das Maasprisma n, deſſen brechender Winkel eine ſolche Größe hat, daß es ſtärker, als das Prisma m zerſtreuet, ſitzt feſt an einer Röhre fg, welche auf die äußere Oberfläche des Schulterſtücks ee aufgeſchroben iſt. Wenn folglich der Kreis AB gedrehet wird, ſo nimmt er dieſe Röhre fg mit, und das Maasprisma n dreht ſich genau ſo wie ee, indeß der Nonius c und das andere Prisma m in unveränderter Lage bleiben. Und wenn die innern Seitenflächen der beyden Prismen in irgend einer Lage des Kreiſes einander parallel ſind, und auf der Axe der Drehung ſenkrecht ſtehn, ſo behalten ſie dieſen Parallelismus in jeder andern Lage.

Will man dies Inſtrument gebrauchen, ſo läßt man vor einem Fenſter ein drey bis vier Zoll breites Bret, deſſen Kanten vollkommen gerade und parallel ſind, ſo genau als möglich horizontal befeſtigen, ſo daß es ein Bleyloth, welches man von dem obern Theile des Fenſters herabhängen läßt, rechtwinklicht durchſchneidet. Man ſtelle

alsdann das Instrument in einen schicklichen Abstand von dem Brete, so daß die Gesichtslinie von dem Mittelpunkte des Bretes nach dem in O sich befindenden Auge, auf dem Brete, und auf der Vorderfläche des Prisma m senkrecht steht. Ist das Instrument so vorbereitet, so dreht man es in dem Rohre, welches den Kopf des Stativs ausmacht d d' d d' so weit umher, bis die Kante des brechenden Winkels das Prisma m senkrecht auf dem Bleylothe ist, und stellt es in dieser Lage mittelst der Schraube f fest. Diese Lage läßt sich aber leicht erhalten, wenn man mit der einen Hälfte der Pupille durch das Prisma m, und, mit der andern Hälfte direct nach dem Bleylothe sieht, weil alsdann beyde Bilder zusammenfallen müssen. Betrachtet man nun das Bret durch das Prisma m, so erscheint die untere Seite desselben mit einem rothen und gelben, und die obere mit einem blauen und violetten Rande. Schraubt man darauf die Röhre f g mit dem Maasprisma n auf das Schulterstück e e' auf, so daß der brechende Winkel desselben dem des erstern Prisma entgegengesetzt liegt, die Kante aufwärts gekehrt, und senkrecht auf die Richtung des Bleyloths ist, so zeigt sich nun der rothe und gelbe Rand an der obern Seite des Bretes, und der blaue und violette Rand an der untern Seite, weil das Maasprisma die stärkere Farbenzerstreuung hat. Um den brechenden Winkel desselben zu vermindern, dreht man den Kreis nach der rechten Hand zu, während der Beobachter immerfort das durch die beyden Prismen entstehende Bild des Bretes im Auge behält. Er sieht alsdenn die farbigen Ränder allmählig schwächer werden. Verschwinden sie endlich, und zeigt sich das Bret ganz farbenlos, so bemerket man die Anzahl von Graden und Minuten, welche der Nonius auf dem eingetheilten Rande abschneidet, und schreibt sie auf. Eben so dreht man den Kreis links herum, bis alle Farbenränder verschwunden sind, und schreibt ebenfalls die Anzahl der Grade und Minuten auf, welche der Nonius alsdann abschneidet. Bedeutet

α den Bogen, der zwiſchen beyden Lagen des Maasprisma n enthalten iſt,

β den Winkel der brechenden Flächen des Maasprisma n, und

γ den brechenden Winkel, zu welchem es herabgebracht iſt, bis es die Farbenzerſtreuung des Prisma m aufhob,

ſo iſt $\gamma = \beta$ col. $\frac{1}{2}\alpha$.

Iſt z. B. das Prisma m mit Waſſer gefüllt, und hat einen brechenden Winkel von 24° 39′; und beſteht das Prisma n aus Flintglas, und hat einen brechenden Winkel $\beta = 41° 11'$, ſo wird $\alpha = 156°$ ſeyn. Und iſt dies der Fall, ſo erhält man

$$\gamma = (41° 11') \cdot \text{col. } 78° = 8° 34'.$$

Alſo verbeſſert ein Flintglasprisma mit einem brechenden Winkel von 8° 34′ die Farbenzerſtreuung eines Prisma mit einem brechenden Winkel von 24° 39′. Iſt nun die brechende Kraft des Waſſers und die des Flintglaſes bekannt, und zugleich die farbenzerſtreuende Kraft des Flintglaſes, ſo läßt ſich die farbenzerſtreuende Kraft des Waſſers berechnen. Zur letzten Abſicht ſey nämlich der brechende Winkel des feſtſtehenden Prisma $m = \delta$, der Winkel der brechenden Flächen des ſich drehenden Maasprisma $n = \varepsilon$ (mithin der veränderliche brechende Winkel dieſes Prisma, wenn der Index auf φ Grade ſtehet, $= \varepsilon \sin. \varphi$), und der Werth des veränderlichen brechenden Winkels deſſelben, bey welchem die Brechung des feſtſtehenden Prisma m aufgehoben wird, $= n$, ſo wie derjenige, bey welchem deſſen Farbenzerſtreuung aufgehoben wird, $= \gamma$. 3 der Exponent des Brechungsverhältniſſes des feſtſtehenden Prisma m ſey $= R$, des veränderlichen oder Maasprisma $n = r$, der Theil der mittleren Brechung, für welche die Zerſtreuung gleich iſt, $= dR, dr$; die zerſtreuende Kraft des feſtſtehenden Prisma m, $D = \frac{dR}{R - r}$. Man erhält ſodann für die brechende Kraft des feſtſtehenden Prisma m, $\sin. (n - x) =$

$\frac{\text{sin. } (n - \delta)}{R}$, woraus sich zugleich sin. x ergiebt; und es ist $R = \frac{r \text{ sin. } x}{\text{sin. } \delta}$.

Wenn die beyden Prismen in ihrem Brechungsvermögen nicht sehr verschieden sind, wie dies bey Prismen der Fall ist, die aus verschiedenen Glasarten bestehen, so kann man folgende noch einfachere Formeln gebrauchen:

Es sey $\varepsilon - \delta = p$, und $p - \frac{q}{r} = q$, so ist

$$R = r + r \text{ sin. } q \text{ . cotang. } \delta$$

die zerstreuende Kraft des feststehenden Prisma m findet sich alsdenn also:

$$\text{sin. } x' = \frac{R}{r} \text{ . sin. } \delta$$

$$\frac{dR}{dr} = \frac{R}{r} (\text{tang. } (n - x') \text{ cot. } x' + 1), \text{ und}$$

$$D = \frac{dr}{R - 1} \cdot \frac{R}{r} (\text{tang. } (n - x') \text{ cot. } x' + 1).$$

Da R den Exponenten des Brechungsverhältnisses für die Strahlen von mittlerer Brechbarkeit bedeutet, so ist dR ein Theil der ganzen Brechung, und beständig gleich dem Unterschiede der beyden Exponenten der Brechungsverhältnisse für den äußersten rothen und für den äußersten violetten Strahl. Beym Messen des Zerstreuungs-Vermögens verschiedener Arten von Flintglas, und in allen Fällen, wenn R und r wenig von einander verschieden sind, ist $x' = \delta$, und dann verwandelt sich die letzte Formel in folgende weit einfachere:

$$D = \frac{dr \text{ (tang. } (n - \delta) \text{ cot. } \delta + 1)}{R - r}.$$

Sollte der Fall eintreten, daß der Körper, woraus das feststehende Prisma besteht, ein so großes Brechungsvermögen hätte, daß der größte Winkel des Maasprisma die Brechung und Zerstreuung desselben nicht aufzuheben

vermöchte, so machte man das Maasprisma zum festen, und das andere zum beweglichen, indem man beyde mit einander vertauscht, und vermindere dann durch Drehen den veränderlichen brechenden Winkel des letzten Prisma, bis es die Brechung und Zerstreuung des Maasprisma aufhebet.

Der größte brechende Winkel in jedem der beyden Prismen kann mit der äußersten Schärfe bestimmt werden, und die Veränderungen des brechenden Winkels des Maasprisma lassen sich nach einer Skala messen, welche hinlängliche Größe hat, um noch die kleinsten Veränderungen anzugeben. Es hängt daher die Genauigkeit der Resultate hauptsächlich von der Genauigkeit ab, mit der man das Zusammenfallen der Bilder und die vollkommene Aufhebung aller Farben beobachtet.

Nach dem vorigen Beyspiele war $\nu = 8° 34'$, und es läßt sich nach diesen Formeln die zerstreuende Kraft des Wassers also berechnen; es sey nämlich die brechende Kraft des Flintglases $r = 1{,}616$, die brechende Kraft des Wassers $R = 1{,}336$, und der Theil der mittleren Refraction des Flintglases, welcher die Zerstreuung gleich ist, $dr = 0{,}0320$. Hieraus erhält man

$$l.R = l.\,1{,}336 = 0{,}1258065$$
$$l.r = l.\,1{,}616 = 0{,}2084414 \text{ also}$$
$$l.\frac{R}{r} = 9{,}9173651$$

ferner ist $l.\sin.\delta = l.\sin.\,24° 39' = 9{,}6202132$, also wird $\log.\sin.x' = l.\frac{R}{r} + l.\sin.\delta = 9{,}5375783$, und daher

$x' = 20° 10'$. Nun findet man ferner

$\nu - x' = 8° 34' - 20° 10' = -11° 36'$,

$l.\cot.x' = 10{,}4350169$

$l.\tang.(\nu - x') = 9{,}3123266$

$9{,}7473435$, Zahl $= -0{,}55891$

$+1$

$0{,}44109 = 0{,}4411$

$$l \cdot \frac{R}{r} = 9{,}9173651$$

$$l \cdot dr = 8{,}5051500$$

$$18{,}4225151$$

$$l \cdot 0{,}4411 = 9{,}6445371$$

$$8{,}0670522, \text{ Zahl} = 0{,}0117 = dR$$

$$l \cdot R - r = 9{,}5263393$$

$$8{,}5407129, \text{ Zahl} = 0{,}0347 = \frac{dR}{Rr} = D$$

Es ist daher die Zerstreuungskraft des Wassers 0,0347.

Auf diese Art hat Brewster die Zerstreuungskräfte mehrerer Körper mit vieler Sorgfalt gemessen und berechnet, welche er in folgende Tafel gebracht hat:

	Größe der zerstreuenden Kraft, oder Werth von $\frac{dR}{R-r}$	Welchem Theile der Brechung die Zerstr. gleich ist, oder der Werth von dR
Chromiumsaures Bley,		
größte Brechung (geschätzt)	0,400	0,770
kleinste Brechung	0,262	0,388
Realgar, geschmolzen	0,267	0,394
Cassiaöhl	0,139	0,089
Schwefel, nach dem Schmelzen	0,130	0,149
Phosphor	0,128	0,156
Tolukanischer Balsam	0,103	0,065
Peruvianischer Balsam	0,093	0,058
Kohlensaures Bley,		
größte Brechung	0,091	0,091
kleinste Brechung	0,066	0,056
Aloe von Barbados	0,085	0,058
Annisöhl	0,077	0,044
Balsam aus Styrax	0,067	0,039
Guajac	0,066	0,041
Italien. Kümmelöhl	0,065	0,033
Gummi ammoniacum	0,063	0,037
Berg-Theer-Oehl aus Barbados	0,062	0,032

	zerstr. Kraft $\frac{dR}{R-r}$	Werth von dR
Gewürznägelein-Oehl	0,062	0,033
Grünes Glas	0,061	0,037
Schwefelsaures Bley	0,060	0,056
Dunkelrothes Glas	0,060	0,044
Sassafrasöhl	0,060	0,032
Opalfarbiges Glas	0,060	0,038
Harz	0,057	0,032
Fenchelöhl	0,055	0,028
Wallrathöhl	0,054	0,026
Orangefarbenes Glas	0,053	0,042
Steinsalz	0,053	0,029
Kautschuck	0,052	0,028
Pimentöhl	0,052	0,026
Flintglas eine Art	0,052	0,032
eine zweyte	0,048	0,029
eine dritte	0,048	0,028
Dunkel purpurfarbenes Glas	0,051	0,031
Angelikaöhl	0,051	0,025
Thymianöhl	0,058	0,024
Feuegreeöhl	0,050	0,024
Buchsbaumöhl	0,049	0,022
Flöhkrautöhl	0,049	0,024
Gewöhnliches Kümmelöhl	0,049	0,024
Dillöhl	0,049	0,023
Bergamotöhl	0,049	0,023
Terpentin von Chios	0,048	0,029
Weihrauch	0,048	0,028
Citronenöhl	0,048	0,028
Wachholderöhl	0,047	0,022
Kamillenöhl	0,046	0,021
Sandarac	0,046	0,025
Strontianit, größte Brechung	0,046	0,032
Ziegelöhl	0,046	0,021
Salpetersäure	0,045	0,019

	größte Kraft d. B. R — r	Werth von d. R.
Lavendelöhl	0,045	0,021
Schwefelbalsam	0,045	0,023
Schildpatt	0,045	0,027
Horn	0,045	0,025
Canadischer Balsam	0,045	0,024
Mairanöhl	0,045	0,023
Olibanum	0,045	0,024
Salpetrige Säure	0,044	0,018
Kajaputöhl	0,044	0,021
Isopöhl	0,044	0,022
Rosenholzöhl	0,044	0,022
Blaßroth gefärbtes Glas	0,044	0,025
Sadebaumöhl	0,044	0,021
Mohnöhl	0,044	0,020
Zirkon, größte Brechung	0,044	0,045
Salzsäure	0,043	0,016
Kopal	0,043	0,024
Nußöhl	0,043	0,022
Burgunder Pech	0,043	0,024
Terpentinöhl	0,042	0,020
Rosmarinöhl	0,042	0,020
Feldspath	0,042	0,022
Leim	0,041	0,022
Kopaiva - Balsam	0,041	0,021
Bernstein	0,041	0,023
Muscatnußöhl	0,041	0,021
Stilbit	0,041	0,021
Pfeffermünzöhl	0,040	0,019
Rubin Spinell	0,040	0,031
Kalkspath, größere Brechung	0,040	0,027
Rübsenöhl	0,040	0,019
Bouteillenglas	0,040	0,023
Elemi	0,039	0,021
Schwefelsaures Eisen	0,039	0,019

	zerstr. Kraft $\frac{dR}{K-r}$	Werth von dR
Diamant	0,038	0,056
Baumöhl	0,038	0,018
Mastix	0,038	0,022
Eiweiß	0,037	0,013
Rautenöhl	0,037	0,016
Myrrhe	0,037	0,020
Beryll	0,037	0,022
Obsidian	0,037	0,018
Aether	0,037	0,012
Selenit	0,037	0,020
Alaun	0,036	0,017
Bibergeil - Fett	0,036	0,018
Schwefelsaures Kupfer	0,036	0,019
Kronenglas, sehr grünes	0,036	0,020
Arabisches Gummi	0,036	0,018
Zucker nach dem Schmelzen und Abkühlen	0,036	0,020
Ein Weichthier	0,035	0,013
Wasser	0,035	0,012
Wässerige Feuchtigkeit eines Kabliau - Auges	0,035	0,012
Gläserne Feuchtigkeit desselben	0,035	0,012
Citronensäure	0,035	0,019
Rubellit	0,035	0,027
Leucit	0,035	0,018
Epidot	0,035	0,024
Granat	0,033	0,027
Pyrop	0,033	0,026
Chrysolith	0,033	0,022
Kronenglas	0,033	0,018
Ambraöhl	0,032	0,012
Weinöhl	0,032	0,012
Phosphorsäure, feste in Prismen	0,032	0,017
Tafelglas	0,032	0,017

	zerstr. Kraft $\frac{dR}{R-r}$	Werth von dR
Schwefelsäure	0,031	0,014
Weinsteinsäure	0,030	0,016
Borax	0,030	0,014
Axinit	0,030	0,022
Alkohol	0,029	0,011
Schwerspath	0,029	0,019
Turmalin	0,028	0,019
Strontianit, kleinste Brechung	0,027	0,015
Bergkrystall	0,026	0,014
Smaragd	0,026	0,015
Kalkspath, kleinere Brechung	0,026	0,016
Saphir, blauer	0,026	0,021
Topas, bläulicher, von Cairngorm	0,025	0,016
von Aberdeenshire	0,024	0,025
Chrysoberill	0,025	0,019
Schwefelsaurer Strontian	0,024	0,015
Flußspath	0,022	0,010
Kryolith	0,022	0,007

Wenn die brechenden und zerstreuenden Kräfte der durchsichtigen Körper mit einander verglichen werden, so ergiebt sich kein Gesetz, nach welchem sie von einander abhiengen. In den beyden einfachen verbrennlichen Substanzen, Schwefel und Phosphor, und in den Metallsalzen, ist mit einem großen Brechungsvermögen eine starke Farbenzerstreuung verbunden. Die Edelsteine übertreffen zwar an Brechungs-Vermögen das Flintglas, stehen aber mehrentheils im Zerstreuungs-Vermögen selbst dem Wasser nach. In den Harzen, Gummien, Oehlen und Balsamen entsprechen beyde Kräfte einander so ziemlich, und übertreffen in ihnen die Kräfte des Wassers.

Am auffallendsten waren Hrn. Brewster die Resultate, auf welche die in der Tafel angezeigten Beobachtungen über doppelte Strahlenbrechung führten. Seine ersten

Verſuche darüber ſtellte er mit dem isländiſchen Kryſtall an; zufällig fanden ſich die Farben des am ſchwächſten gebrochenen Strahlenbündels aufgehoben und die Beobachtung gab die zerſtreuende Kraft 0,026, alſo bedeutend kleiner als die des Waſſers, welche 0,035 iſt. Dieſes überraſchte ihn nicht wenig, da D. Wollaſton die zerſtreuenden Kräfte des isländiſchen Kryſtalls bedeutend hoch über dem Waſſer, und ſelbſt über den Diamant angeführet hatte. Er wiederhohlte daher die Beſtimmung ſowohl mit andern Prismen aus isländiſchem Kryſtall, als mit andern Maasprismen aus Flintglas und Kronenglas. Sie beſtätigten ſein voriges Reſultat. Da aber er ſo wohl als D. Wollaſton der Meinung geweſen waren, der isländiſche Kryſtall habe nur eine zerſtreuende Kraft, ſo verſuchte er, die mit der ungewöhnlichen Brechung verbundene zu meſſen, und dieſe fand ſich größer als die zerſtreuende Kraft des Waſſers. D. Wollaſton hatte alſo offenbar die Farbenzerſtreuung der größten Brechung gemeſſen, indeß Brewſter's Beſtimmung ſich auf die Farben der kleinſten Brechung bezog. Und ſo fand Brewſter, daß dieſes merkwürdige Mineral die nicht minder außerordentliche und unerklärliche Eigenſchaft einer doppelten Farbenzerſtreuung beſitzet.

Verſuche, welche Brewſter mit andern verdoppelnden Kryſtallen anſtellte, z. B. mit Strontianit, mit kohlenſaurem Bley und mit chromſauren Bley, zeigten, daß auch in ihnen jeder der getrennten Strahlenbündel eine beſondere farbenzerſtreuende Kraft beſitzet. Dieſes allgemeine Geſetz iſt zwar mit keiner einzigen optiſchen Erſcheinung im Widerſpruch, hängt aber doch ſo wenig von allem dem ab, was wir von dem Zuſammenhange zwiſchen den brechenden und zerſtreuenden Kräften wiſſen. Es hat bis jetzt niemand auch nur einmal vermuthet, daß bey doppelter Brechung immer durch eine doppelte Farbenzerſtreuung ſtatt finde. Hätte man blos nach Analogie urtheilen ſollen, ſo würde man daraus, daß alle Minerale, in welchen Metall der Hauptbeſtandtheil iſt, ein großes

Brechungsvermögen und zugleich ein großes Zerstreuungsvermögen, die Edelsteine aber nur ein großes Brechungsvermögen und ein kleines Zerstreuungsvermögen besitzen, unstreitig haben schließen müssen, daß auch bey den Krystallen von doppelter Brechung die größte brechende Kraft mit der kleinsten zerstreuenden Kraft verbunden seyn werde; dies ist aber der Erfahrung gerade entgegen. Diese merkwürdige Eigenschaft meint Brewster, scheine einige der Theorien zu widerlegen, durch die man die doppelte Brechung habe erklären wollen; auf jedem Fall vermehre sie die Schwierigkeiten, mit welchen der Physiker zu kämpfen habe, bevor es ihm gelingen werde, die anomalen und eigensinnigen Erscheinungen, welche das Licht uns bey seinem Durchgehen durch durchsichtige Körper gebe, auf eine genügende Weise zu erklären.

Herr Jos. Fraunhofer hat diesen wichtigen Gegenstand der Farbenzerstreuung einer vorzüglich genauen Prüfung unterworfen, indem er bey Berechnung der achromatischen Fernröhre nach den bisherigen Bestimmungen sehr oft Resultate fand, die unter sich oft sehr bedeutend abweichen. Daher blieb bey aller Genauigkeit in der Berechnung die Vollkommenheit achromatischer Objektive immer zweifelhaft. Es war ihm folglich darum zu thun, das Brechungs- und das Zerstreuungs-Vermögen mehrerer durchsichtigen Körper so genau als möglich aufzufinden, wozu er besonders aus mehrjährigen Erfahrungen durch neue Methoden war geleitet worden.

Die ersten Versuche stellte Herr Fraunhofer *) mittelst Lampenlichtes an. Um die Größe der Farbenzerstreuung in Flint- und Crownglas auszumitteln, schliff er aus diesen beyden Glasarten Prismen von kleinen entgegengesetzt brechenden Winkeln, die so lange geändert wurden, bis für den einen Fall die Farbenzerstreuung,

*) Denkschriften der Münchner Akad. der Wissenschaften auf die Jahre 1814 und 15. Frey ausgezogen in Gilbert's Annalen der Phys. B. LVI. S. 264. ff.

für den andern die Brechung gehoben war; das Verhältniß der Winkel dieser Prismen war alsdenn umgekehrt das der Farbenzerstreuung im ersten, und das der Brechung im zweyten Fall. Allein aus mehreren Polaren solcher Prismen von denselben Glasarten erhielt er, besonders für das Verhältniß der Farbenzerstreuung, sehr verschiedene Resultate. Daher wählte er zur Bestimmung der relativen Farbenzerstreuung größere Prismen mit größern entgegengesetzten brechenden Winkeln; das Prisma von Crownglas hatte 60 bis 70°. Der Winkel eines der beyden Prismen wurde so lange geändert, bis die Farbenzerstreuung ohngefähr gehoben schien; genauer wurde sie alsdenn durch Veränderung des Winkels des einfallenden Strahles gehoben. Bey Prismen von so großen Winkeln wird das Licht schon bey geringer Veränderung des Einfallswinkels von der zweyten brechenden Fläche des Prisma zurückgeworfen, statt hindurch gelassen zu werden. Um dies zu vermeiden bestrich Fraunhofer die beyden einander zugewendeten, und sich berührenden Flächen der beyden Prismen mit einer stark brechenden Flüssigkeit, z. B. mit Oehle, da dann das Licht fast unter allen Einfallswinkeln durchgelassen wurde.

Um genau messen zu können, unter welchen Einfallswinkel die Farbenzerstreuung gehoben wird, legte er die beyden Prismen vor das Objektiv eines Theodolith-Fernrohrs auf eine horizontale Scheibe, die mit einer stählernen Axe versehen war, und sich daher um ihren Mittelpunkt drehen ließ. Die Hülse der Axe war mit dem Fernrohre fest verbunden. Er sah nun durch das Fernrohr und die beyden Prismen nach einem entfernten Gegenstand, der scharfe vertikal laufende Grenzen hatte, und veränderte den Einfallswinkel der Strahlen auf den Prismen, durch Verdrehen der Scheibe und der Alhidale des Theodoliths, so lange, bis die Farbenzerstreuung am geringsten zu seyn schien; oder vielmehr, bis die scharfen vertikal laufenden Grenzen des Gegenstandes am deutlichsten gesehen wurden. Um den Einfallswinkel selbst

messen zu können, war auf der Scheibe noch eine Regel mit einem auf ihr fest setzenden Fernrohre aufgelegt, an der zwey stählerne Spitzen genau parallel mit der Axe des Fernrohrs vorstanden. Diese Spitzen wurden mit der ersten Fläche der Prismen genau in Berührung gebracht. Da das Fernrohr nur an beyden Enden an der Regel fest ist, so kann das Licht zwischen dem Fernrohre und der Regel auf die Prismen fallen, und daher der Einfallswinkel am Theodolith ohne Schwierigkeit genau gemessen werden. Aus diesem Einfallswinkel, aus den Winkeln der Prismen, die mit derselben Regel am Theodolith genau gemessen werden können, und aus den Exponenten der Brechungsverhältnisse leitete er dann, nach einer sehr genauen Formel, das Verhältniß der Farbenzerstreuung der beyden Glasarten ab.

Bey einem und demselben Paare von Prismen stimmen die Beobachtungen, die auf diese Art angestellet werden, so gut überein, daß man bey einem Objektive, welches darnach berechnet würde, keine schädliche Abweichung zu fürchten hätte. Sucht man aber mit mehreren Paaren Prismen aus denselben Glasarten, jedoch mit verschiedenen brechenden Winkeln, die relative Farbenzerstreuung, so erhält man Unterschiede, die bey größern Objektiven noch eine schädliche Abweichung verursachen könnten. Dieser Umstand veranlaßte ihn zu folgenden Versuchen.

Besieht man einen Gegenstand durch zwey Prismen, von welchen das eine aus Flintglas, das andere aus Crownglas besteht, und die beyde entgegengesetzte brechende Winkel haben, so findet man ihn nie ganz farbenlos, besonders wenn man mit einem Fernrohre durch die Prismen sieht. Die Farbenzerstreuung ist bey einem bestimmten Winkel der einfallenden Strahlen am kleinsten; so daß sie, wenn dieser Winkel größer oder kleiner wird, sich in beyden Fällen vermehrt. Wie bekannt, entsteht die noch übrige bedeutende Zerstreuung dadurch, daß für die verschiedenen farbigen Strahlen in beyden Glasarten das Verhältniß der Zerstreuung nicht einerley

ist. Wenn z. B. die Zerstreuung der rothen Strahlen im Crownglas, zur Zerstreuung der rothen Strahlen im Flintglase wie 10:19, so können in eben diesen Glasarten die violetten Strahlen in dem Verhältnisse von 10:21 zerstreuet werden; daher sich nicht alle Farbenzerstreuung vollkommen aufheben läßt.

Es würde sehr vortheilhaft seyn, wenn man in jeder Glasart das Zerstreuungsvermögen für jede Farbe besonders finden könnte; allein da in dem Farben-Spectrum die verschiedenen Farben keine bestimmten Grenzen haben, so läßt sich diese Bestimmung unmittelbar nicht aus dem Farbenbilde ableiten. Genauer würde dies geschehen können, wenn man gefärbte Gläser, oder gefärbte Flüssigkeiten fände, die nur einfaches farbiges Licht durchließen, z. B. die eine nur blaues, die andere nur rothes Licht, u. s. f. Allein er war nicht so glücklich solche zu finden; bey allen wurde weißes Licht, das auf sie fiel, nach dem Durchgange durch sie noch in alle Farben zerlegt, und die Farbe, welche das Glas oder die Flüssigkeit hatte, war nur im Spectrum die lebhafteste. Auch die farbigen Flammen, die man durch Verbrennen von Alkohol, Schwefel u. s. f. erhält, geben, durch das Prisma gesehen, kein einfaches Licht, das ihrer Farbe entspricht. Da den Farbenbildern dieser Flammen, so wie denen von Oehl und Talg und überhaupt vom Lichte des Feuers, fand er indeß zwischen dem Roth und Gelb einen hellen scharf begrenzten Streifen, der bey allen genau an demselben Orte ist, und der ihm in der Folge sehr nützlich wurde. Dieser helle Lichtstreifen scheint durch Lichtstrahlen gebildet zu werden, die durch das Prisma nicht weiter zerleget werden, und folglich einfach sind. Auch in der grünen Farbe findet sich ein ähnlicher Streif, der aber nicht so scharf begrenzt und ungleich schwächer ist, so daß man ihn in einigen Fällen schwer erkennet; deswegen kann man von diesem keinen Gebrauch machen.

Um einfaches Licht von jeder Farbe zu erhalten, wählte er folgende Vorrichtung. An einem Fensterladen, der

nur eine schmale Oeffnung von 0,07 Zoll Breite, und 1,5 Zoll Höhe hatte, stand ein Prisma von Flintglas, dessen Winkel ohngefähr 40° maaß (Fig. 3.), und 13 Fuß von demselben in BC stehen sechs Lampen, von welchen durch schmale Oeffnungen Licht auf das Prisma A fällt. Die Breite jeder dieser Oeffnungen ist 0,05 Zoll, ihre Höhe ungefähr 1,5 Zoll und die Entfernung einer von der andern 0,58 Zoll. Das Licht, welches von dem Lampen auf das Prisma A fällt, wird von diesem gebrochen, in Farben zerlegt, und geht in diesem Zustande durch die Oeffnung im Fensterladen; von der Lampe C z. B. gehen die rothen Strahlen nach E, die violetten nach D; von der Lampe B die rothen Strahlen nach F, die violetten nach G u. s. w. An dem Fenster eines andern Hauses steht 692 Fuß von A entfernt, das Theodolith, vor dessen Fernrohre, das in einerley Ebene mit BAC ist, auf der horizontalen Scheibe sich das Prisma H befindet, dessen Brechungs- und Farbenzerstreuungs-Vermögen gesucht werden soll. Von der Lampe C kann das Prisma H nur die rothen Strahlen erhalten, weil die übrigen, z. B. die nach D gehenden violetten, das Prisma nicht treffen; von der Lampe B dagegen, erhält es nur die violetten Strahlen, und so von jeder Lampe andere farbige Lichtstrahlen, die alle von einem Punkte ausfahren. Ist das Prisma H, oder die Oeffnung des Objektivs nicht breit genug, so werden einige farbige Strahlen, z. B. die zwischen den violetten und blauen, zwischen den blauen und grünen u. s. w. von keiner der sechs Lampen das Prisma H treffen, und also ganz fehlen. In diesem Falle wird das Spektrum der durch die schmale Oeffnung bey A hindurchgehenden Lichtstrahlen, durch das Prisma H und das Fernrohr des Theodolith, jede Farbe isolirt darstellen, wie die Fig. 4. dies darstellet, wo I violett, H blau, L grün, u. s. f. sind. Die Entfernungen ON, NM u. s. w. sind nur so größer, je größer, bey einerley Winkel das Prisma H, das Zerstreuungs-Vermögen des Glases ist. Nicht nur diese

Entfernungen, sondern auch der Winkel, den der einfallende Strahl mit einem der gebrochenen Strahlen macht, können am Theodolith genau gemessen werden, und es läßt sich daher mit dieser Vorrichtung bey jedem brechenden Mittel das Brechungs-Vermögen für jeden farbigen Lichtstrahl bestimmen. In dem Fensterladen ist noch eine zweyte schmale Oeffnung, die mit der bey A genau in einer Vertikale ist, $1\frac{1}{2}$ Fuß oberhalb des Prisma A angebracht. Vor dieser obern Oeffnung steht eine Lampe, von der das Prisma H unmittelbar Licht erhält; das Farbenbild der von dieser Lampe kommenden Lichtstrahlen wird im Fernrohr des Theodoliths, unterhalb der farbigen Punkte, wie PRQ gesehen. R ist der natürliche röthlichgelbe helle Streif, der in jedem Farbenbilde, das vom Lichte des Feuers herrührt, gesehen wird. Dieser Streif diente dazu, um sich zu versichern, daß man an verschiedenen Tagen in den farbigen Punkten immer genau dieselbe Farbe habe; welches nicht der Fall ist, wenn der Tisch, worauf die Lampen stehen, in Bezug auf das Prisma A im geringsten seine Stelle verändert. Dieserwegen wurde der Tisch immer so gestellet, daß sich der Punkt N in einer Vertikallinie über den Streifen R befand, in welche Lage er sich durch Correctionsschrauben bringen ließ. Da die Entfernungen der Lampen unter sich, oder vielmehr die Entfernungen der schmalen Oeffnungen, durch welche ihr Licht auf das Prisma A fällt, unveränderlich sind; so ist man dann versichert, daß man an verschiedenen Tagen in den farbigen Punkten immer dieselbe Farbe habe.

Die Entfernungen einiger farbigen Punkte eines von dem andern, deren Licht sehr schwach ist, wie der violetten, blauen und rothen, können ohne Erleuchtung der Mikrometer-Fäden nicht gemessen werden; die gewöhnliche Erleuchtung des Gesichtsfeldes ist aber dazu nicht brauchbar, da sie bey ihr so viel Licht verlieren, als die Fäden gewinnen. Bey dem Mikrometer, das am Theo-

dolith angebracht war, ſind blos die Fäden erleuchtet, das ganze Geſichtsfeld iſt ſchwarz; und ſie können in jedem Augenblicke ohne Mühe ſtark und ſchwach erleuchtet werden. Die Beleuchtung geſchieht an der einen Seite des Okularrohrs mit einer ſehr kleinen Lampe, die ſich in einer hohlen Kugel befindet, und von der Licht auf eine Linſe fällt, welche es parallel auf die Fäden bringt. Am Rande des beſonders dazu eingerichteten Okulars wird das übrige Licht verſchluckt, ohne daß es auf die Linſe fällt.

Mit dieſem Apparate hat Herr Fraunhofer die Winkel der Brechung der verſchiedenen farbigen Strahlen für mehrere brechende Mittel gemeſſen. Bey allen iſt der Winkel des einfallenden Strahls dem des gebrochenen Strahls N gleich. Jeder Winkel wurde durch viermalige Wiederholung erhalten. Weil das Licht, das von A kommt, nicht parallel auf das Prisma H fällt, oder vielmehr, da die Scheibe, auf welcher das Prisma H ſteht, nicht in der Axe des Theodoliths liegt, ſondern die Mitte derſelben 4,25 Zoll von dieſer Achſe entfernet iſt, ſo mußte der Winkel, den der einfallende Strahl mit dem gebrochenen Strahle N macht, eine kleine Correction erhalten. Die Entfernung von A nach H iſt 296 Fuß, und folglich die Correction für das Prisma von Flintglas + 31″, für Crownglas + 40″, für Waſſer + 40″ u. ſ. f.; die Bögen LM, MN u. ſ. w. bedürfen dieſer Correction nicht.

Folgende Tafel giebt die Resultate der Versuche, welche Herr Fraunhofer auf diese Art mit Lampenlichte anstellte:

Brechendes Mittel	Temperatur Reaum.	Specifisch Gewicht	Winkel des Prisma	Winkel den der einfallende Strahl mit dem gebrochenen Strahle N. macht	Bogen Fig. 4. ON	NM	NL	NK	NI
Crownglas N. 9.	5°	2,535	59°20′55″	22°38′20″	6′11″	5′46″	11′22″	16′56″	22′16″
Flintglas N. 13.	5½°	3,723	26°24′30″	17°27′ 9″	7′17″	7′15″	14′18″	21′31″	28′46″
Wasser	8°	1,000	58° 5′40″	22°36′41″	6′35″	6′19″	12′ 9″	17′45″	23′18″
Wasser	9½°	1,000	58° 5′40″	22°36′45″	5′30″	6′22″	12′ 5″	17′43″	23′10″
Schwefelsäure	9½°	1,841	58° 5′40″	29°27′47″	7′30″	7′15″	14′ 3″	20′30″	26′45″
Alkohol	9°	0,809	58° 5′40″	25° 8′32″	6′35″	6′17″	12′55″	18′45″	
Schwefel-Aether			58° 5′40″	24°38′39″	6′20″	6′27″	12′55″	19′10″	
Terpentinöhl	7°	0,885	58° 5′40″	33°22′ 8″	11′00″	11′35″	22′45″	34′20″	
Kali in Wasser aufgelöset	8½°	1,416	58° 5′40″	27°45′54″	8′32″	7′58″	15′35″	23′ 6″	30,24″
1 Theil essigsaures Bley	8½°		58° 5′40″	24°34′49″	7′54″	7′32″	14′47″	21′40″	28′22″
5 Theile Wasser									
Terpentinöhl	8½°	0,885	58° 5′40″	33°20′ 8″	11′ 5″	11′32″	22′45″	33′56″	44′50″

Herr Fraunhofer berechnete aus diesen Winkeln die Exponenten der Brechungsverhältnisse der verschiedenen farbigen Strahlen für Flintglas, Crownglas und Wasser, und bezeichnete den Exponenten des Brechungsverhältnisses für den Strahl O mit On, für den Strahl

N mit Nn u. ſ. f. und bey zwey verſchiedenen Mitteln dieſelben Exponenten bey dem ſtärker zerſtreuenden Mittel mit On′, Nn′ u. ſ. f. die Reſultate ſind folgende:

Brechende Mittel.	Exponenten der Brechungs-Verhältniſſe.					
	On	Nn	Mn	Ln	Kn	In
Flintglas N. 13.	1,63074	1,63505	1,63933	1,64349	1,64775	1,65203
Crownglas N. 9.	1,52736	1,52959	1,53173	1,53380	1,53586	1,53783
Waſſer	1,33209	1,33359	1,33501	1,33635	1,33763	1,33838

Hieraus ergab ſich folgendes Verhältniß der Zerſtreuung der verſchiedenen farbigen Strahlen in dieſen brechenden Mitteln:

Brechende Mittel.	Nn′ — On′ / Nn — On	Mn′ — Nn′ / Mn — Nn	Ln′ — Mn′ / Ln — Mn	Kn′ — Ln′ / Kn — Ln	In′ — Kn′ / In — Kn
Flintglas N. 13. und Crownglas N. 9.	1,93	2,00	2,01	2,07	2,17
Flintglas N. 13. und Waſſer	2,87	3,01	3,10	3,33	3,42
Crownglas N. 9. und Waſſer	1,49	1,51	1,55	1,61	1,58

Aus dieſen Verſuchen erhellet es, wie groß die Verſchiedenheit iſt, welche in dem Verhältniſſe der Zerſtreuung der verſchiedenen farbigen Lichtſtrahlen in einigen brechenden Mitteln ſtatt findet.

Sehr auffallend war bey dieſen Verſuchen Herrn Fraunhofer der Einfluß, den die Wärme auf das Brechungsvermögen der Flüſſigkeiten äußert. Schon bey einer geringen Wärmeänderung zeigt ſich das Brechungsvermögen jeder Flüſſigkeit in dem untern Theile des prismatiſchen Gefäßes beträchtlich ſtärker, als es in dem obern Theile deſſelben iſt, und wird die ganze Flüſſigkeit in dieſer Beziehung wellenförmig, und daher das Sehen durch dieſelbe undeutlich. Da während der Nacht die Temperatur ſich faſt beſtändig ändert, ſo mußte bey dieſen Verſuchen die Flüſſigkeit von 5 bis 10 Minuten ſtark geſchüttelt werden, um ſie wieder gleichförmig zu machen. Beym Waſſer ſind dieſe Verſchiedenheiten nicht ſehr bedeutend; bey den übrigen Flüſſigkeiten aber ſo groß,

daß das ganze Farbenbild zerſtreuet und undeutlich wird, es mag das Gefäß wie gewöhnlich verſchloſſen, oder auch die Luft ganz daraus ausgeſchloſſen ſeyn. Dieſer außerordentliche Einfluß der Wärme macht die Hoffnung verſchwinden, ohne Flintglas, mit Flüſſigkeiten von verſchiedener Brechbarkeit, brauchbare achromatiſche Objektive zu erhalten. Man ſieht aber auch, wie ſchwer es ſchon in dieſer Hinſicht ſey, Flint- und Crownglas von vollkommen gleicher Dichtigkeit zu ſchmelzen, da in jedem Glasofen in dem obern Theile des Hafens die Wärme faſt um ein Drittel größer iſt, als in dem untern.

Nachdem Herr **Fraunhofer** ſeine Verſuche mittelſt des Lampenlichtes beendigt hatte, war ihm auch darum zu thun, einen Apparat zu Stande zu bringen, der für das Sonnenlicht auf ähnliche Art gebraucht werden ſollte, wie der für das Lampenlicht, theils um die Exponenten der Brechungsverhältniſſe der verſchiedenen farbigen Strahlen noch genauer zu beſtimmen, theils auch, um zu erfahren, ob die Wirkung der brechenden Mittel auf das Sonnenlicht dieſelbe ſey, wie auf künſtliches Licht. Hiebey machte er aber die bereits unter dem Artikel: **Farben** (Theil VIII. S. 665.) angeführte Entdeckung der Linien und Streifen im Farbenbilde, durch welche ein ſolcher Apparat überflüſſig ward. Dieſe Linien und Streifen gebrauchte er vorzüglich, für jeden farbigen Strahl des Sonnenlichtes das Brechungsvermögen eines Mittels genau zu beſtimmen. In folgende Tafel ſind die von ihm gemeſſenen Bogen und Winkel für verſchiedene Glasarten und einige andere brechende Materien enthalten:

Brechendes Mittel.	Temperatur Reaum.	spectifisches Gewicht	Winkel des Prisma	Winkel, den der einfallende Strahl mit dem gebrochenen Strahle.	Bogen Fig. 1. BC	CD	DE	EF	FG	GH
Flintglas N. 13.	15°	3,723	26°24′30″	17°27′ 8″	3′16″	9′ 4,″2	11′50″	10′35,″9	20′23,″9	18′18″
Crownglas N. 9.	14°	2,535	39°20′35″	22°38′19″	2′14,″5	7′23,″5	9′14″	8′14″	15′10″	13,′18″
Wasser	15°	1,000	58° 5′40″	22°36′40″	3′24″	8′10″	9′58″	8′38″	15′16″	12′46,″9
Wasser	15°	1,000	58° 5′40″	22°36′40″	3′12,″4	8′10,″6	9′57,″5	8′30,″5	15′15,″6	12′46,″2
Eine Auflösung vom Kali im Wasser	9°	1,416	58° 5′40″	27°45′56″	4′ 2″	10′26″	12′54″	11′12″	20′36″	17′24″
Terpentinöhl	8½°	0,885	58° 5′40″	33°20′12″	4′56″	13′52″	18′46,″1	16′14″	31′ 8″	27′28″
Flintglas N. 3.		3,512	27°41′35″	17°35′16,″6	3′ 8″	8′22″	10′46″	9,′50″	19′19″	17′20″
Flintglas N 30.		3,695	21°42′15″	14° 3′ 9″	2′35,″6	6′56,″8	9′12,″6	8′19″	16′18,″5	14′32,″2
Crownglas N. 13		2,535	43°27′36″	25°26′35,″4	3′ 5″	8′14,″4	10′28,″2	9′10″	17′14″	14′48,″4
Crownglas lit. M.		2,736	42°56′40″	26°39′13″	3′32,″8	9′37,″6	12′29,″8	11′ 1,″6	20′53,″6	18′17,″4
Flintglas N. 23.		3,724	60°15′42″	49°55′13,″2	11′12,″6	31′14,″8	41′21,″4	38′14,″8	1°14′45,″2	1°8′3,″6
Flintglas N. 23.		3,724	45°23′14″	32°45′12,″2	6′26,″	17′47,″8	23′31,″8	21′23,″8	41′33,″4	37′28,″8

Zur Berechnung der Exponenten der Brechungsverhältniſſe iſt, wenn man den Winkel des einfallenden Strahls mit σ, den Winkel des gebrochenen oder ausfahrenden Strahls mit ϱ, den brechenden Winkel des Prisma mit ψ und den Exponenten des Brechungsverhältniſſes mit n bezeichnet, nach Herrn Fraunhofer genau

$$n = \frac{\sqrt{[(\text{sin.}\,\varrho + \text{cos.}\,\psi\,\text{sin.}\,\sigma)^2 + (\text{sin.}\,\psi\,\text{sin.}\,\sigma)^2]}}{\text{sin.}\,\psi},$$

und iſt der Winkel des einfallenden Strahls dem des gebrochenen gleich, und wird der Winkel, den in dieſem Falle der einfallende Strahl mit dem gebrochenen macht, μ genennt, ſo iſt

$$n = \frac{\text{sin.}\,\frac{1}{2}(\mu + \psi)}{\text{sin.}\,\frac{1}{2}\psi}.$$

Da der Winkel des einfallenden Strahles nur Einem Winkel der gebrochenen Strahlen gleich ſeyn kann, für die übrigen aber beym unverrückten Prisma es nicht iſt, ſo wäre dieſer letzte Ausdrück von n bey ſtark zerſtreuenden Mitteln für einen andern Strahl nicht ganz genau. Um jedoch dieſen kurzen Ausdruck bey Berechnung der Exponenten mit größter Genauigkeit anwenden zu können, wurden vom Herrn Fraunhofer die Bogen (Fig. n.) BC, CD, DE u. ſ. w. in dem Falle gemeſſen, wenn die Entfernung zweyer Linien von einander am kleinſten war. Dieſe Entfernung haben im Farbenbilde zwey Linien alsdenn, wenn ein in der Mitte zwiſchen ihnen liegender Strahl mit dem einfallenden Strahle den kleinſten Winkel macht. Wurde z. B. der Bogen GH gemeſſen, ſo war das Prisma ſo geſtellt, daß ein ungefähr in der Mitte zwiſchen G und H liegender Strahl mit dem Prisma denſelben Winkel, als der einfallende Strahl mit dem Prisma machte. Dieſe Stellung hat das Prisma dann, wenn der Winkel der Brechung dieſes mittleren Strahls am kleinſten iſt, und dies läßt ſich am Fernrohre ſehr genau

beobachten, und durch Verdrehen der Scheibe erreichen, worauf das Prisma liegt. Bey wenig zerstreuenden Mitteln, oder bey Prismen mit kleinen Winkeln bedarf es dieser Sorgfalt nicht, um die nöthige Genauigkeit zu erreichen. Die folgende Tafel enthält diese aus voriger Tafel berechneten Exponenten der Brechungsverhältnisse für die verschiedenen farbigen Strahlen jedes brechenden Mittels:

Exponenten der Brechungs-Verhältniße

Brechende Mittel.	Bn	Cn	Dn	En	Fn	Gn	Hn
Flintglas N. 13.	1,627749	1,629681	1,635036	1,642024	1,648960	1,660285	1,671062
Crownglas N. 9.	1,525832	1,526849	1,529587	1,533005	1,536052	1,541657	1,546566
Waſſer	1,330935	1,331712	1,333577	1,335851	1,337818	1,341291	1,344177
Waſſer	1,330977	1,331709	1,333577	1,335849	1,337788	1,341261	1,344162
Kali	1,399029	1,400515	1,402805	1,405632	1,408082	1,412579	1,416368
Serpentinſtein	1,470496	1,471530	1,474434	1,478363	1,481736	1,488198	1,493874
Flintglas N. 3.	1,602042	1,603800	1,608494	1,614502	1,620042	1,630772	1,640373
Flintglas N. 30.	1,623570	1,625477	1,630585	1,637356	1,643466	1,655406	1,666072
Crownglas N. 13.	1,524312	1,525299	1,527982	1,531372	1,534337	1,539908	1,544684
Crownglas litt. M.	1,554774	1,555933	1,559075	1,563150	1,566741	1,573535	1,579470
Flintglas N. 30.	1,626596	1,628409	1,633667	1,640495	1,646755	1,658848	1,669686
Prisma von 60°	1,626564	1,628451	1,633666	1,640544	1,646780	1,658849	1,669680
Flintglas N. 23.							
Prisma von 45°							

Hieraus ergab sich folgendes Verhältniß der verschiedenen farbigen Strahlen in diesen brechenden Mitteln:

Brechende Mittel.	Zerstreuungs-Verhältnisse der verschiedenfarbigen Strahlen.							
	Cn′ — Bn′ / Cn — Bu	Dn′ — Cn′ / Dn — Cu	En′ — Dn′ / En — Du	Fn′ — En′ / Fn — Ea	Gn′ — Fn′ / Gn — Fu	Hn′ — Gn′ / Hn — Gn
Flintglas N. 23. und Wasser	2,562	2,871	3,073	3,193	3,460	3,726
Flintglas N. 13. u. Crownglas N. 9.	1,900	1,956	2,044	2,047	2,145	2,195
Crownglas N. 9. und Wasser	1,349	1,468	1,503	1,560	1,613	1,697
Terpentinöhl und Wasser	1,371	1,557	1,723	1,732	1,860	1,963
Flintglas N. 13. u. Terpentinöhl	1,868	1,844	1,783	1,843	1,861	1,899
Flintglas N. 13. und Kali	2,181	2,338	2,472	2,545	2,674	2,844
Kali und Wasser	1,175	1,228	1,243	1,254	1,294	1,310
Terpentinöhl und Kali	1,167	1,268	1,386	1,381	1,437	1,498
Flintglas N. 3. u. Crownglas N. 4.	1,729	1,714	1,767	1,808	1,914	1,956
Crownglas N. 13. u. Wasser	1,309	1,436	1,492	1,518	1,604	1,651
Crownglas litt. M. u. Wasser	1,537	1,628	1,794	1,839	1,956	2,052
Crownglas litt. M. u. Crownglas N. 13.	1,174	1,171	1,202	1,211	1,220	1,243
Flintglas N. 13. und Crownglas litt. M.	1,667	1,704	1,715	1,737	1,770	1,816
Flintglas N. 3. und Crownglas litt. M.	1,517	1,494	1,482	1,534	1,579	1,618
Flintglas N. 30. und Crownglas N. 13.	1,932	1,904	1,997	2,061	2,143	2,233
Flintglas N. 23. und Crownglas N. 13.	1,904	1,940	2,022	2,107	2,168	2,268

Bey jedem Paare der brechenden Mittel ist die Zerstreuung des weniger zerstreuenden Mittels 1 genannt. Es erhellet übrigens aus dieser Tafel, wie groß bey einigen Paaren brechender Mittel der Unterschied der relativen Zerstreuung der verschiedenen farbigen Strahlen ist.

So z. B. verhält sich bey Flintglas N. 13. und Wasser die Zerstreuung der Strahlen vom Raume BC wie 1:2,56 und die vom Raume GH wie 1:3,73. Bey einigen, wie bey Flintglas und Terpentinöhl, sind aber auch diese Unterschiede verhältnißmäßig sehr gering. Man hat daher gegründete Hoffnung, durch Veränderungen der Bestandtheile der Glasarten solche erhalten zu können, bey welchen diese Unterschiede geringer sind, als bey Glasarten, die bisher zu Objektiven gebraucht wurden. Crownglas litt. M. ist einer der Versuche, welche Herr Fraunhofer in dieser Absicht im Kleinen gemacht hat.

Wird die Abweichung, die wegen der Unterschiede der relativen Zerstreuung der verschiedenen Farben bey einem Objektive aus Crownglas N. 9. und Flintglas N. 3. entsteht, 1,00 genennt, so ist diese Abweichung bey einem Objektive aus Crownglas N. 9. und Flintglas N. 13. von derselben Brennweite ungefähr 0,57; bey einem Objektive aus Crownglas litt. M. und Flintglas N. 13. 0,52, und bey einem Objektive aus Crownglas N. 9., und Crownglas litt. M., 1,74. Bey Berechnungen dieser Abweichungen ist auf die Intensität der verschiedenen Farben Rücksicht genommen worden.

M. s. Gilbert's Annalen der Phys. B. XXXI. S. 413. ff. B. L. S. 129. ff. B. LVI. S. 296. ff. Denkschriften der Münchner Akad. d. Wissensch. auf die Jahre 1814 und 1815. Abhandl.: Bestimmung des Brechungs- und Farbenzerstreuungs-Vermögens verschiedener Glasarten in Bezug auf die Vervollkommnung achromatischer Fernröhre.

Fernröhre (Zus. z. S. 417. B. II.). Herr D. Brewster wurde durch einen ausgesetzten Preis auf die Erfindung eines hydraulischen Fernrohrs, d. h., eines solchen, wodurch sich Gegenstände auf dem Meeresboden deutlich sollten erkennen lassen, veranlaßt, ein Fernrohr dieser Art zu entdecken. Die Grundsätze nach welchen ein solches angeordnet werden kann, sind nach ihm folgende:

Wenn die Oberfläche der See unruhig und in Bewegung ist, so läßt sich nur mit einem Fernrohre, welches in das Wasser eingetauchet wird, in dieselbe hinabsehen; und selbst wenn die See ganz glatt und still und der Grund hinlänglich erleuchtet ist, kann man die Gegenstände, welche sich auf dem Meeresboden befinden, nur dann deutlich erkennen, wenn die Gesichtslinie einen großen Winkel mit der Oberfläche des Wassers (und folglich uur einen kleinen Einfallswinkel mit dem Einfallslothe) macht. Es muß daher nothwendig ein Fernrohr, das zum Sehen unter Wasser bestimmt ist, so eingerichtet werden, daß sich der vordere Theil desselben in das Wasser eintauchen läßt, und daß es entweder von selbst schwimmt, oder an irgend einem schwimmenden Körper befestigt ist. Hiernach hat Herr Brewster zu einem solchen Fernrohre folgende Vorrichtungen angegeben:

Es stelle (Fig. 5.) SS die Oberfläche des Meeres vor, und MNSS ein auf derselben schwimmendes Parallelepipedum aus Holz oder hohlen Kupfer, in welchem an der horizontalen Axe P ein Rohr ABCD, in welches ein Fernrohr hineingeschoben wird, so befestigt ist, daß es sich um diese Axe in der Vertikalebene frey drehen lasse, und die vordere Hälfte desselben unter dem Wasser befinde. Uebrigens muß dies Fernrohr mit einem wasserdicht eingekitteten Objektivglase versehen seyn, und das Rohr desselben bis zur doppelten Brennweite des Objektivglases sich herausziehen lassen. Denn die Strahlen, welche von dem Gegenstande ausgehen, treten dann unmittelbar aus dem Wasser in das Objektivglas, leiden also an der Grenze beyder eine schwächere Brechung, als beym Eintreten aus Luft in Glas, wodurch die Brennweite des Objektivs für diesen Fall sehr vergrößert werden muß.

Sind die Gegenstände, welche sich am Boden des Wassers befinden, von dem Tageslichte, das durch das

Wasser zu ihnen hinabdringt, hinlänglich erleuchtet, so ist die beschriebene Vorrichtung hinreichend, sie uns fast eben so deutlich wahrnehmen zu lassen, als wenn man sie in der Luft bey gleicher Entfernung sehen würde. Wären sie aber wegen der Bewegung der Oberfläche des Wassers, oder, weil Licht während des Durchganges durch das Wasser verschluckt wurde, zu dunkel, so muß man ihnen künstliches Licht zusenden, und zu dem Ende das Fernrohr mit einem Erleuchtungsrohre verbinden, welches unten mit einem eingekitteten, gegen die Axe etwas geneigten Planglase, und oben mit einem paraboliſchen Spiegel versehen ist, in dessen Brennpunkt eine Lampe steht, und neben welcher ein bonnischer Rauchfang angebracht ist. Der Spiegel wirft die Strahlen der Lampe in paralleler Richtung auf das Glas, und indem sie hier etwas gebrochen werden, fallen sie auf die Gegenstände, welche in der Richtung des Fernrohres liegen. Damit die Strahlen ein wenig zerstreuet werden, müßte man die innere Seite des Planglases etwas hohl schleifen; auch müßte das Verbindungsrohr gegen das Fernrohr etwas geneigt werden können. Wenn indeß die See trübe ist, fangen die fremden in dem Wasser zerstreueten Theilchen das Licht auf, und es ist dann unmöglich, die Gegenstände auf dem Meeresgrunde künstlich zu erleuchten.

Für die unter einer Taucherglocke im Wasser befindlichen arbeitenden Personen wäre ein solches Fernrohr von vorzüglichem Nutzen, da es sie in den Stand setzt, ohne die Glocke zu verlassen, den Boden weit umher zu untersuchen. Bey mäßigen Tiefen reicht das Instrument allein aus, Gegenstände am Boden des Meeres aufzufinden, und viele würden sich dann schon von einem Taucher herausbringen lassen, ohne eine Taucherglocke nöthig zu haben. Naturforscher würden durch ein solches Instrument in Stand gesetzet werden, die Gebirgsarten und Erdlagen am Boden von Flüssen und Seen zu beobachten, die Pflanzen, welche unter dem Wasser wachsen, zu er-

kennen, und die Lebensart der Fische und anderer Waſſerthiere zu belauſchen. Vorzüglich würde ein ſolches Waſſer-Fernrohr bey Waſſerbauten nützlich ſeyn, indem man damit die Fundamente von Brücken und Dämmen würde beſehen, und Schäden unterſuchen können, welche Waſſer an dieſen und andern hydrotechniſchen Arbeiten unter ſeiner Oberfläche könnte angerichtet haben.

M. ſ. Gilbert's Annalen der Phyſ. B. L. S. 65. ff.

Fernröhre, achromatiſche (Zuſ. zu S. 427. Th. VI.). Die ſo ſehr angeprieſenen oplanatiſchen Fernröhre ſind eben nicht ſonderlich in Gebrauch gekommen, und ſind nach den genauern Erfahrungen des Herrn **Fraunhofer** durchaus nicht zu empfehlen. Dieſer entdeckte nämlich, daß die Wärmeveränderung einen zu beträchtlichen Einfluß auf die Flüſſigkeiten habe, ſo daß ſich die Brechung des durch ſie gehenden Lichtes bey gleichen Wärmegraden keineswegs gleichförmig ändere, und mithin die oplanatiſchen Objektive unbrauchbar wären. Es bleiben daher die beyden Subſtanzen das Flint- und das Crownglas die Hauptmaterien zur Verfertigung achromatiſcher Fernröhre. Da es aber ſchwer hält, dergleichen Glas in der größtmöglichſten Vollkommenheit zu erhalten, ſo hat man immer von Zeit zu Zeit ſich bemühet, Glasarten zu erhalten, welche zu guten achromatiſchen Objektiven anwendbar ſind. Nach einem Berichte welchen die Herrn de **Prony**, **Guyton**, **Morveau** und **Rochon** *) im Jahre 1809 der mathematiſch-phyſikaliſchen Claſſe abgeſtattet hatten, wurde von dem Glasfabrikanten, Herrn **du Fougerais**, mit vielem Koſtenaufwand ein ſchweres Kryſtallglas verfertiget, das zu achromatiſchen Objektiven beſonders geeignet war. Es übertrifft dieſes Kryſtallglas das Flintglas an ſpecifiſchem Gewichte; indem es 3,588 gefunden ward; das ſpecifiſche Gewicht des ſchwerſten Flintglaſes aber nur

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXXIV. S. 240. ff.

3,329 beträgt. Nach wiederholten Verſuchen eines der Herrn Commiſſaire verhält ſich das Zerſtreuungsvermögen des Kryſtallglaſes des Herrn du Fougerais zu dem des ſchwerſten Flintglaſes wie 36:30. Auch die mittlere Strahlenbrechung iſt in demſelben ſtärker, nämlich 164, während die im Flintglaſe nur auf 160 ſteigt. Indeſſen eignet ſich das Kryſtallglas nicht durchgängig zur Verfertigung großer Objektive, welche beſonders die Aſtronomen zu ſeinen Beobachtungen gebrauchen; für dieſe muß, wie beym Flintglaſe, eine Auswahl getroffen werden, damit man die Faden und Streifen vermeide, von welchen geblaſene Gläſer höchſt ſelten frey ſind. Uebrigens hat man doch gefunden, daß, ſo ſchwer auch das Glas des Herrn du Fougerais iſt, es doch im Ganzen weniger Fäden und Streifen hat, als das Flintglas, und daß die Klarheit und Helligkeit deſſelben der des engliſchen Glaſes gleich kommt, oder ſie ſelbſt noch übertrifft.

Vermöge eines Berichts des Herrn Delarebre, Charles, Burckhardt und Gay-Luſſac *) an die erſte Claſſe des Inſtituts, haben die Herrn Bruines und Lançon ein noch vollkommeneres ſchweres Kryſtallglas, als der Herr du Fougerais, zu Stande gebracht. Dieſes Kryſtallglas übertrifft nicht allein das beſte Flintglas, ſondern alles, was man bisher in dieſer Art hervorgebracht hat. Es iſt dies Glas ſehr weiß, ſehr rein und ohne bemerkbare Fäden und Streifen. Das ſpecifiſche Gewicht deſſelben iſt 3,7 während das engliſche Flintglas nur ein ſpecifiſches Gewicht von 3,3 hat. Das Brechungsverhältniß aus dieſem Kryſtallglaſe in Luft iſt 1:1,667, während das Brechungsverhältniß aus gemeinem Glaſe in Luft 1:1,5 iſt, und das Brechungsverhältniß des Flintglaſes das Mittel zwiſchen dieſen beyden hält. Aus den Verſuchen welche die Commiſſion gemeinſchaftlich mit dem Oberſten Malus über das Zerſtreuungsvermögen dieſes Kryſtallglaſes an-

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXXIV. S. 460. ff.

geſtellet hat, ergiebt ſich, daß das Zerſtreuungsvermögen des gemeinen Glaſes, des Flintglaſes und dieſes Kryſtallglaſes ſich zu einander ungefähr wie 2:3:5 verhält.

Obgleich dieſe Arten Kryſtallglas zu achromatiſchen Objektiven vorzüglich gut gefunden wurden, ſo waren ſie doch nur in zu kleinen Maſſen verfertiget, um ſie zu Objektiven mit beträchtlichen Durchmeſſern anwenden zu können. Nach vielen Bemühungen gelang es endlich dem Herrn d'Artigues *) in Frankreich ein dem beſten engliſchen Flintglaſe gleichkommendes franzöſiſches Kryſtallglas zu Stande zu bringen, aus welchem Cuchoux ſehr ſchöne achromatiſche Objektive mit beträchtlicher Oeffnung ſchliff.

Am beſten und vollkommenſten ſo wie in den größten Maſſen zu den ſchönſten Objektiven gelang in den neueſten Zeiten das ſogenannte Flintglas in Baiern. Im Jahre 1813 lieferte der Herr v. Zach in der monatlichen Correſponde ein Verzeichniß von optiſchen Werkzeugen von Utzſchneider et Comp. in München, und jetzt werden unter der Leitung des Herrn Fraunhofer in dem optiſchen Inſtitute zu Benedictbeuern die vorzüglichſten Achromate verfertiget.

Da die Künſtler, welche ſich mit Verfertigung achromatiſcher Fernröhre beſchäftiget haben, mehr durch Verſuche, als nach den theoretiſch berechneten Formeln, die beſten achromatiſchen Objektive zu Stande gebracht haben, ſo war es wohl wünſchenswerth, auf die Entwickelung einer neuen Theorie zu denken, welche mit glücklicherem Erfolge bey der Ausübung gebraucht werden könne, als die bereits bekannte Theorie. Der Herr Prof. Klügel hatte bereits in ſeiner analytiſchen Dioptrik ſich bemühet, aus den bey der Anwendung nöthigen Vorausſetzungen eine Theorie der achromatiſchen Objektive zu

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXXIV. S. 460. ff.

entwickeln; allein die gewöhnlichen Künstler waren nicht im Stande sie gehörig zu benutzen. Daher entschloß sich Herr Klügel *) eine für Künstler leicht anwendbare Berechnung zur Verfertigung achromatischer Fernröhre zu entwerfen. Zuförderst bemerkte er ganz richtig, daß es am sichersten ist, für jede gegebene Glasarten die Rechnung besonders anzustellen, und das Licht durch alle Brechungen hin genau zu verfolgen, um sich zu versichern, daß alle Abweichungen, so wohl der gleichartigen als der ungleichartigen Strahlen, gehoben sind. Bey einem Doppelobjektiv ist in einer gleichseitigen Vorderlinse der Einfalls- und Brechungswinkel an der Hinterfläche zu groß. Am besten wird es daher seyn, die Halbmesser ihrer Flächen so zu bestimmen, daß die Winkel des auffallenden und des ausfahrenden Strahles mit den Halbmessern sich nach einander gleich seyn. Dadurch werden die Winkelabweichungen der Randstrahlen auf beyden Seiten zusammengenommen ein Kleinstes. Die Längenabweichung auf der Axe durch das erste Glas wird zwar alsdann nicht ein Minimum; allein an einer Vergrößerung der Längenabweichung ist weniger gelegen, als an einer Vergrößerung der Winkelabweichung, die zu ihrer Hebung wieder einen größern Einfallswinkel an der dritten brechenden Fläche verlangt. Die Winkelabweichung ist dem Auge eigentlich empfindbar, die Zerstreuung längs der Axe wenig oder gar nicht.

Herr Klügel hat für den Fall, da der Einfallswinkel der auffallenden Strahlen an einer Linse dem Brechungswinkel der ausfahrenden gleich ist, zwey Formeln zur Bestimmung der Halbmesser ihrer Flächen gesuchet, wodurch diese Gleichheit nahe erreicht wird. Die Brennweite eines auf beyden Seiten convexen Glases sey $= p$, das Brechungsverhältniß ist $= n : 1$, der Halb-

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XXXIV. S. 265. ff.

meſſer der Vorderfläche $=f$, der Hinterfläche $=g$, ſo iſt

$$f = \frac{2(n-1)}{n}\,p;\quad g = \frac{2(n-1)}{2-n}\,p$$

z. B. wenn $n = 1{,}53$, ſo iſt $f : g = 47 : 153$.

Nach Hrn. Klügel's Meynung muß die Abweichung der Randſtrahlen bey der Brechung durch die erſte Linſe durch die Abweichung bey der dritten Brechung gehoben werden, ſo daß bey dieſer gar keine, oder nur eine ſehr geringe bleibe. Die Abweichung bey der dritten Brechung entſtehe theils von der Abweichung bey den beyden vorhergehenden, theils bey dieſer unmittelbar. Er ſuchte daher eine Gleichung für die Vereinigungsweite der gleichartiger Strahlen bey der dritten Brechung, bey welchen die Abweichung verſchwindet. Dieſe Gleichung iſt eine kubiſche, und daher nicht leicht aufzulöſen; ſie erfüllt aber doch die gemachte Forderung, indem ſie wenigſtens einen reellen Werth giebt. Die Vereinigungsweite der gebrochenen Strahlen, und die ſchon bekannte der auffallenden, beſtimmen den Halbmeſſer der brechenden Fläche, oder der Vorderfläche der Concavlinſe.

Was die Zerſtreuung der ungleichartigen Strahlen betrifft, ſo muß dieſe nach Herr Klügel durch die vierte brechende Fläche gehoben werden. Zu dem Ende berechne man den Weg der am meiſten und der am wenigſten brechbaren Strahlen durch die drey erſten Brechungen, ohne die Abweichung wegen der Kugelgeſtalt, d. i. ohne diejenige, die von dem Unterſchiede des Verhältniſſes der Winkel und ihrer Sinus entſteht. Die Vereinigungsweiten dieſer Strahlen, von der vierten brechenden Fläche an gerechnet, geben, mittelſt des noch unbekannten Halbmeſſers derſelben, die Vereinigungsweite der durch ſie gebrochenen. Dieſe muß für beyde Arten von Strahlen dieſelbe ſeyn. Dadurch erhält man eine Gleichung für den Halbmeſſer der vierten Fläche. Solchergeſtalt iſt das ganze Doppelobjektiv be-

stimmt, so daß beyde Arten der Zerstreuung gehoben sind. Es werden zwar die Randstrahlen an der vierten Fläche noch eine geringe Zerstreuung der ersten Art, wegen des Unterschiedes zwischen dem Verhältnisse der Winkel und ihrer Sinus, leiden; allein diese kann nur ganz unbedeutend seyn, da hier nur sehr klejne Einfallswinkel und Brechungswinkel vorkommen. Die Trennung beyder Bemühungen, die Zerstreuung der einen, und der andern Art zu heben, erleichtert nach Hrn. Klügel ihre Ausführung auch einem. Für die am stärksten und am schwächsten brechbaren Strahlen werde zwar, wegen des für sie abweichenden Werthes der Exponenten, die Zerstreuung der ersten Art, nach den drey ersten Brechungen, nicht ganz gehoben; allein dies ließe sich nicht vermeiden, werde aber doch möglichst geringe seyn, wenn die Zerstreuung der Strahlen von mittlerer Brechbarkeit gehoben sey. Da die um die Mitte des Objektivs auffallenden Strahlen bey weitem die wichtigsten seyn, so sey der Halbmesser der vierten Fläche so bestimmt, daß bey diesen Strahlen keine Farbenzerstreuung statt finde, besonders da man nicht wisse, ob nicht wegen der Abweichung des Künstlers von den Vorschriften, oder wegen der Beschaffenheit der angewandten Glasarten, eine Zerstreuung der ungleichartigen Strahlen statt haben möge.

Hiernächst hat Herrn Klügel eine deutliche Uebersicht der zur Bestimmung eines vollkommenen Doppelobjektivs dienenden Formeln, mit der Angabe aller einzelnen Längen und Winkel, welche aus gewissen bestimmten Annahmen folgen, dargestellt, um den ganzen Weg der Strahlen anschaulich zu machen.

Herrn Klügel's Absicht gieng vorzüglich dahin, die Abweichung wegen der Kugelgestalt besonders für die Randstrahlen verschwindend zu machen, und das bestimmte ihn, zur Annahme des Verhältnisses der beyden erstern Halbmesser, nämlich nahe des 1 : 3. Dagegen

bemerkte Herr Prof. Bohnenberger *) zuerst, daß es nicht deutlich genug hervorgehe, daß bey diesem angenommenen Verhältnisse weder der vom Hrn. Prof. Klügel beabsichtigte Zweck wirklich am allerbesten erreichet werde, noch daß derselbe wichtig genug sey, um ihn vorzugsweise allein zur Grundlage der Bestimmung dieses Verhältnisses zu machen. Fänden nämlich noch andere Unvollkommenheiten bey einer solchen Objektive statt, welche beträchtlich größer wären als diejenigen, welche von der nicht ganz zu hebenden Abweichung wegen der Kugelgestalt der Gläser herrührten, so sey es offenbar wichtiger, auf jene mehr als auf diese Rücksicht zu nehmen. Aus dieser Ursache werde es vortheilhafter seyn, die Freyheit, welche man in der Bestimmung des Verhältnisses der beyden ersten Halbmesser habe, zur Verminderung oder Wegschaffung der Farbenzerstreuung bey den Randstrahlen zu benutzen. Herr Bohnenberger zeigt durch Rechnung daß zur Verminderung der Farbenzerstreuung bey den Randstrahlen das Verhältniß 2:3 dem Verhältnisse 1:3 vorzuziehen sey, indem bey dem erstern eine beträchtlich kleinere Farbenzerstreuung bewirkt werde, ohne daß dadurch die übrig bleibende Abweichung wegen der Kugelgestalt erheblich werde, Herr Hofrath Gauß **) erinnert indessen, daß bey Herrn v. Bohnenberger's Einrichtung immer noch eine Farbenzerstreuung der Randstrahlen zurückbleibe, welche noch mehr zu vermindern oder gänzlich wegzuschaffen wünschenswerth wäre. Herr v. Bohnenberger äußere zwar, die Versuche, welche er zu diesem Zwecke angestellet habe, wären ohne Erfolg geblieben. Um sich nun zu überzeugen, ob es hiernach unmöglich sey, die Farbenzerstreuung der Randstrahlen gänzlich wegzuschaffen, oder wenigstens so viel möglich zu vermindern, wurde

*) Zeitschrift für Astronomie und verwandte Wissenschaften, herausgeg. von B. v. Lindenau und J. G. J. v. Bohnenberger. Jahrg. 1817. Tübing. gr. 8.

**) Ebendaselbst Nov. und Dec. 1817.

Herr Gauß zu einer besondern Untersuchung darüber veranlasset, aus ihr ergab sich, was ihm sehr merkwürdig schien, gerade das Gegentheil von Herrn v. Bohnenberger's Aeußerung. Es sey nämlich die vollkommene Wegschaffung der Farbenzerstreuung bey den Randstrahlen und den der Axe nächsten Strahlen allerdings möglich; oder bestimmter, es lasse sich ein Objektiv berechnen, welches Strahlen von zwey bestimmten Farben, so wohl diejenigen, welche in einer bestimmten Entfernung von der Axe, als die, welche unendlich nahe bey derselben (und zwar wie hier immer voraus gesetzet wird, mit ihr parallel) auffallen, in einen und denselben Punkt vereiniget. Dieses Objektiv habe aber eine Gestalt, welche von den bisher ausschließlich angewendeten Gestalten ganz abweiche, indem nämlich beyde Linsen convexconcav werden, und die die convexen Flächen dem Gegenstande zukehren müssen. Hierdurch kommen zwar größere Brechungen hervor, als bey andern Einrichtungen, desungeachtet ist aber die übrig bleibende unvermeidliche Abweichung wegen der Gestalt noch immer sehr unbedeutend, und die Vereinigung aller mit der Axe parallel auffallenden Strahlen vollkommener als bey irgend einer andern Einrichtung.

Herr Gauß giebt daher mit Recht geschickten Künstlern die Veranlassung, achromatische Doppel-Objektive dieser neuen Art zu versuchen und auszuführen. Es könne vielleicht seyn, daß dabey gegenwärtig noch praktische Schwierigkeiten eintreten; eine davon werde die seyn, daß die Glasstücken, aus welchen die Linsen geschliffen werden sollten, eine größere Dicke haben müßten. Allein bey der immer fortschreitenden Vollkommenheit des technischen Theils der Dioptrik stehe zu hoffen, daß Schwierigkeiten der Art zu beseitigen seyn werden, und dann sey es an der Mathematik, das Ideal der Form zur vollkommenen Vereinigung zu geben.

Die von ihm geführte Rechnung soll als Beyspiel dienen, dies Gesagte zu bestätigen, nicht aber da-

zu, daß Künstler diese Maaße genau befolgen sollen. Es ist vielmehr unumgänglich nothwendig, daß in jedem einzelnen Falle für die Glasarten, aus welchen ein vollkommenes Objektiv geschliffen werden soll, die Brechungs- und Zerstreuungs-Verhältnisse erst besonders mit möglichster Schärfe bestimmt, und die Maaße des Objektivs diesen gemäß von neuem berechnet werden.

Die hieher gehörige Aufgabe, wenn man die Abweichung wegen der Gestalt nach Euler's Art betrachtet, und Dicke und Entfernung der Glaslinse bey Seite setzt, führt auf eine Gleichung des vierten Grades, welche zwey reelle Werthe hat. Die hieraus sich ergebende genäherte Auflösung dient zur Grundlage einer indirekten Rechnung, durch welche alles genau in eine Uebereinstimmung gebracht wird. Uebrigens muß der eine reelle Werth jener Auflösung verworfen werden, weil mit ihr zu starke Krümmungen der Glasflächen zusammenhängen, und die unvollkommene Aufhebung wegen der Gestalt zu sehr fühlbar machen würden.

Das Resultat der Berechnung eines möglichst vollkommenen achromatischen Doppel-Objektivs aus Glasarten von solchem Brechungs- und Zerstreuungs-Vermögen, wie Herr **Bohnenberger** solches angenommen hat, ist folgendes:

Wenn die Halbmesser der vier Glasflächen von der nach dem Objektiv gekehrten Seite an zu rechnen, der Reihe nach in folgendem Verhältnisse angenommen werden

$$\left.\begin{matrix} + \ 3415{,}287 \\ - \ 10133{,}007 \end{matrix}\right\} \text{Crownglas-Linse}$$

$$\left.\begin{matrix} + \ 4027{,}421 \\ - \ 4807{,}320 \end{matrix}\right\} \text{Flintglas-Linse}$$

so vereinigen sich die rothen und violetten Strahlen, so wol die, welche unendlich nahe bey der Axe, als auch die, welche in der Entfernung [illegible]

Fläche = 28293,3 wird. Sieht man jene Entfernung von der Axe (bey welcher der Einfallswinkel 18° 30′ ist) als Halbmesser der Oeffnung an, so ist der Durchmesser der Oeffnung sehr nahe $\frac{1}{13}$ der Brennweite.

Um beurtheilen zu können, wie groß bey einem so gestalteten achromatischen Doppel-Objektive die noch übrig bleibende Abweichung wegen der Kugelgestalt wird, für die Strahlen, welche zwischen dem Rande und der Axe auffallen, hat Herr Gauß die Vereinigungsweiten für den Einfallswinkel 13° berechnet, und gefunden

28289,3 für die Rothen
28290,0 für die Violetten.

Noch bemerket er, daß er es für das vortheilhafteste halte, genau für die Randstrahlen die Abweichung wegen der Kugelgestalt zu haben, und nicht mit Herrn v. Bohnenberger für Strahlen, welche zwischen dem Rande und der Axe liegen.

Der Akademiker zu München, Herr Fraunhofer, unter dessen Leitung die vollkommensten Achromate zu Benediktbeuern verfertigt werden, hat ebenfalls einige Beobachtungen über achromatische Objektive angestellt, welche hier angeführt zu werden verdienen. Setzt man voraus, daß bey einem achromatischen Objektive die Abweichung der dichtern Strahlen dem deutlichen Sehen im Verhältnisse ihrer Dichtigkeit mehr schade, als weniger dichte, so wird die Deutlichkeit alsdann am größten seyn, wenn das Verhältniß der Zerstreuung, das 1 : x heißen mag, so genommen wird, daß

$$x = \frac{b\beta + c\nu + d\delta + e\varepsilon + f\xi + g\mu}{\beta + \nu + \delta + \varepsilon + \xi + \mu} \text{ ist,}$$

wo β, ν, δ, ε, u. s. f. die Menge des Lichtes in den Räumen (Fig. 1.) BC, CD, DE, EF u. s. f. bedeuten, und durch b, c, d, e die Quotienten $\frac{Cn' - Bn'}{Cn - Bn}$, $\frac{Dn' - Bn'}{Dn - Bn}$, $\frac{Cn'' - Dn'}{Cn - Dn}$ u. s. f. ausgedruckt werden.

Für Flintglas N. 30. und Crownglas N. 13. ist demnach dies Verhältniß, wie 1:2,012. Herr Fraunhofer fand aber, daß bey Objektiven dieser beyden Glasarten das Sehen alsdann am deutlichsten ist, wenn dieses Verhältniß, wie 1:1,98 genommen wird. Dieses beweiset, daß die weniger dichten Strahlen etwas mehr, als im umgekehrten Verhältnisse ihrer Dichtigkeit abweichen müssen, wenn die Deutlichkeit am größten seyn soll.

Bey welchen, aus mehreren Objektiven von denselben Glasarten, bey gleicher Brennweite und Oeffnung die Farbenzerstreuung am besten gehoben ist, erkennt man, wenn man jedes Objekt halb, die Mitte durchscheinend, zudeckt. Bey denjenigen, wo die Linien eines entfernten Gegenstandes, die mit der Durchschnittslinie des Objektivs parallel laufen, am deutlichsten gesehen werden, ist die Farbenzerstreuung am vollkommensten gehoben. Man darf sich aber bey den Farben, die gesehen werden, nicht irre führen lassen, und muß nur auf Präcision achten, weil man bey einem Objektive weniger Farben sehen kann, als bey einem andern, während die Präcision doch geringer ist.

Diese umständliche Ableitung des ersten Zerstreuungsverhältnisses mußte nur dazu dienen, sich zu belehren, wie sehr Strahlen von geringer Dichtigkeit stärker abweichen dürfen, als dichtere. Das erhaltene Resultat wird noch einer großen Vervollkommnung fähig seyn, wenn es aus größern Objektiven abgeleitet wird, bey welchen auch die Oeffnung im Verhältnisse zur Brennweite so groß als möglich ist. Uebrigens war bey allen zu dieser Absicht gebrauchten Objektiven die Abweichung wegen der Kugelgestalt vollkommen gehoben.

Bey genauer Ableitung des besten Zerstreuungsverhältnisses aus Objektiven muß auch noch auf diejenige Abweichung Rücksicht genommen werden, welche im Auge selbst vorgeht, indem dasselbe aus den bereits im Artikel: Auge, angeführten Gründen, nicht achromatisch

ist. Diese Abweichung ist nach den Beobachtungen des Herrn Fraunhofer nicht unbedeutend, und muß daher wohl berücksichtiget werden, wenn man noch auf die Farbenzerstreuung der Okularlinse sein Augenmerk richtet.

Herr Fraunhofer hat mit Hülfe einer Okularlinse aus Crownglas N. 13. von 0,″88 Brennweite gefunden, daß, wenn man mit dem Mikrometerfaden von dem Strahle C auf den Strahl G geht, das Okular um 0,″054 verrückt werden muß, wenn man die Fäden mit beyden Strahlen gleich deutlich sehen will. Eine Linse aus Crownglas N. 13. von 1,″33 Brennweite muß bey denselben beyden Strahlen um 0,″111 verrückt werden, wenn sie den Faden gleich deutlich zeigen soll. Eine Linse aus Flintglas N. 30. von 0,″867 Brennweite muß in demselben Falle um 0,″074 verrückt werden, und eine Linse aus Flintglas N. 30. von 1,″338 Brennweite, um 0,″148. Während bey diesen Versuchen mit dem einen Auge durch die Okularlinse nach dem Faden gesehen wurde, wurde mit dem andern Auge nach einem in der Axe desselben gelegenen unveränderlichen Gegenstand gesehen, um sich zu versichern, daß das Auge bey den verschiedenen farbigen Strahlen immer gleich geeignet bleibe, weiße Strahlen von bestimmter Divergenz auf der Netzhaut zu vereinigen, und es sich folglich in dieser Bezeichnung bey den verschiedenen Farben nicht ändere.

Aus den Beobachtungen mit der ersten Linse folgt, daß, wenn die rothen Strahlen C parallel auf das Auge fallen, die blauen G von einem 23,″7 entlegenen Punkte her divergiren müssen, um im Auge einerley Vereinigungsweite mit jenen zu haben. Die Beobachtungen mit der zweyten Linse ergeben dieses Maas 21,″3; die mit der dritten Linse 19,″5, und die mit der vierten Linse 17,″9. Auf den Antheil, den die Zerstreuung der Linsen an dem oben Verrücken hat, ist bey dieser Berechnung Rücksicht genommen worden. Daß es wichtig ist, bey Berechnung achromatischer Objektive auch

auf die Farbenzerſtreuung des Auges Rückſicht zu nehmen, und dieſe Abweichung durch die Objektive zu vernichten, iſt für ſich klar.

Wenn bey achromatiſchen Objektiven die Abweichung wegen der Kugelgeſtalt der Gläſer vollkommen gehoben ſeyn ſoll, ſo müſſen, bey Berechnung derſelben, die angenommenen Exponenten der Brechungsverhältniſſe der mittleren Strahlen in beyden Glasarten zu einem und demſelben Strahl gehören; gehören ſie für zwey verſchiedene Strahlen, ſo iſt, der genaueſten Rechnung ungeachtet, dieſe Abweichung nur unvollkommen gehoben. Da man ſich durch die Entdeckung der Linien im Farbenbilde hievon vollkommen verſichern kann, ſo iſt der Nutzen der Linien, auch zur Vernichtung dieſer Abweichung, von Bedeutung.

Vor Entdeckung der Linien im Farbenbilde überzeugte Herr Fraunhofer ſich von den gleichen Brechungsvermögen zweyer Stücke Glaſes dadurch; daß er beyde Stücken zuſammenkittete und aus ihnen ein Prisma ſchliff; erſchienen die beyden Spectra, die durch dieſes Prisma geſehen werden, an einem Orte und gegen einander nicht verruckt, ſo ſchloß er, daß das Brechungsvermögen beyder Stücke gleich groß ſey. Nach Entdeckung der Linie im Farbenbilde aber fand er, daß zwey ſolche Stücke noch ſehr verſchiedenes Brechungsvermögen haben können, ohne daß es auf obige Art bemerkbar wird. Nicht nur Stücke aus verſchiedenen Orten eines Schmelzhafens waren in ihrem Brechungsvermögen merklich verſchieden, ſondern auch in zwey Stücken von einer Scheibe fand er vielmal noch ſehr kenntliche Unterſchiede. Durch viele Verſuche hat es Herr Fraunhofer dahin gebracht, daß aus einem Hafen von 400 Pfund Flintglas ſelbſt zwey Stücke, wovon eins vom Boden, das andere von der Oberfläche des Hafens genommen iſt, gleiches Brechungsvermögen beſitzen.

M. s. die Denkschriften der Königl. Baiersch. Akademie der Wissenschaften zu München für die Jahre 1814 — 1815.

Fett (Zusatz zu S. 433. B. II.). Die Herren Bracanot *) und Chevreul β) haben gezeiget, daß die Fette und die meisten vegetabilischen Oehle aus einem Gemenge von talgartigem Oehl, welches bey einer niedrigen Temperatur gesteht, und aus einem andern, welches sich flüssig erhält, zusammengesetzet ist. Um diese beyden Bestandtheile mechanisch von einander zu trennen, nimmt man das feste Fett, oder das im Winter erkaltete und fest gewordene Oehl, und preßt es zwischen Löschpapier aus, wobey das flüssige Oehl vom Papier eingesogen wird, und die talgartige Masse auf dem Papiere zurückbleibt. Chevreul nennt das letztere Stearin. Wird so dann das Papier im warmen Wasser zerrühret, so sammlet sich das flüssige Oehl auf der Oberfläche des Wassers, und kann abgenommen werden. Chevreul nannte dieses Eläin. In den Fetten und Oehlen fanden sie in verschiedenen Arten und zu verschiedenen Zeiten die Verhältnisse beyder Bestandtheile verschieden.

Theodor de Saussure γ) untersuchte die Zusammensetzung verschiedener fetter Oehle genauer. Er fand, daß das Stearin in dem Baumöhl die Hälfte weniger Sauerstoff enthält, als das Gemisch aus Stearin und Eläin, welches das im Handel vorkommende Baumöhl constituirt. Die Zusammensetzung mehrere Pflanzenöhle fand er also:

	Kohlenst.	Wasserst.	Sauerst.	Stickst.
Wallnußöhl	79,774	10,570	9,122	0,534
Mandelöhl	77,403	11,481	10,828	0,288
Leinöhl	76,014	11,351	12,635	
Ricinusöhl	74,178	11,034	14,788	

Wachs	Kohlenstoff	81,607
	Wasserstoff	13,859
	Sauerstoff	4,534
Harz	Kohlenstoff	77,402
	Wasserstoff	9,551
	Sauerstoff	13,047

*) Annales de chimie. T. LVIII. p. 168.

β) S. *Thenard*'s traité de chimie. Vol. III. p. 490. suiv.

γ) Journal de Pharmacie. 1820. p. 472.

Herr de Saussure bemerkte, daß frische fette Oehle wenig auf die Luft wirken, und Sauerstoffgas unbedeutend absorbiren. Eine Wallnußöhlschichte von 3 Linien Dicke und 2 Zoll im Durchmesser, welche im Schatten, vom December bis zum folgenden ersten August an, der Einwirkung des Sauerstoffgases ausgesetzet wurde, hatte nicht mehr als ungefähr das dreyfache ihres Volumens Sauerstoffgas aufgenommen; aber vom 1sten bis zum 10ten August absorbirte sie das 60fache ihres Volumens Sauerstoffgas, und fuhr dann, wiewohl langsamer, fort, bis Ende Octobers Sauerstoffgas aufzunehmen, worauf das Volumen des Gases sich nicht mehr verminderte. Das Oehl hatte dann das 145fache seines Volumens Sauerstoffgas aufgenommen, und das 21fache seines Volumens kohlensaures Gas gebildet. Wasser schien sich nicht gebildet zu haben, und das Oehl war in ein durchscheinendes Gelée verwandelt, welches auf Papier keine Oehlflecken mehr machte. Dieses schnell vermehrte Vermögen, Sauerstoffgas zu absorbiren, welches besonders den trocknen Oehlen zukommt, erklärt die oft durch Mitwirkung derselben sich ereignenden Selbstentzündungen, welche sich bey flüchtigen Oehlen nicht zeigen, ungeachtet auch sie begierig Sauerstoffgas einsaugen; bey ihnen geschieht es aber in einer gleichförmigen Progression von Anfang an bis zu ihrer völligen Verwandlung in Harz.

Herr Everard Home *) hat in mehreren Vorlesungen sehr scharfsinnige Ideen über die Bildung des Fettes in den Eingeweiden des Unterleibes vorgetragen. Er findet eine große Analogie, zwischen der Lage der Nahrungsmittel in den Eingeweiden des Unterleibes und den Leichen, welche unter solchen Verhältnissen in die Erde eingescharrt sind, daß sie in eine den Fett ähnliche Substanz verwandelt werden. Nach seiner

*) Philos. Transact. of the Reg. society of London fort. year 1813. P. II.

Meynung rührt die Bildung des Fettes von der Wirkung der Galle auf die Nahrungsmittel in den größern Eingeweiden her. Diese Meynung stützt er auf Versuche des Herrn **Brande**, nach welchen thierische Muskel, welche bey einer Temperatur von 100 Grad Fahr. mit Galle 4 Tage lang digerirt, den Geruch von Excrementen annahm, und zum Theil in Fett verwandelt wurde u. s. w.

M. s. Jahresbericht über die Fortschritte der physischen Wissenschaften von **Jak. Berzelius**, aus dem Schwedischen übersetzt von **C. G. Gmelin**. Erst. Jahrgang. Tübing. 1822. 8. S. 102. ff. Supplemente zu dem chemischen Wörterbuche von **M. H. Klaproth** B. II. Artik. Fett.

Feuerkugeln (Zus. zu S. 448. B. VI.). In den neuern Zeiten hat man sich außerordentlich bemühet, mehrere und genauere Nachrichten über die noch räthselhafte Erscheinung der Feuerkugeln anzustellen. Einige hat man in beträchtlicher Höhe über der Erde theils sehr schnell, theils minder schnell fortziehend wahrgenommen, andere hingegen der Erdfläche nahe. Die meisten haben sich mit einem hörbaren Zischen fortbeweget, und sind zuletzt mit einem Knall unsichtbar geworden, einige aber auch ohne Getöse vergangen. Sehr oft hat man Steinmassen, so genannte Meteorsteine, nach dem Zerplatzen solcher Feuerkugeln, gefunden. Ob aber alle Feuerkugeln von dieser Beschaffenheit sind, ist wohl nach den gemachten Beobachtungen nicht wahrscheinlich, und alle bisher bekannt gewordenen herabgefallenen Stein- und Eismassen scheinen nicht insgesammt von vorhergegangenen Feuerkugeln oder den damit verwandten Sternschnuppen abzuhangen. Herr **Chladni** *) hat besonders ein großes Verzeichniß der hierher gehörigen Erscheinungen zusammen gesammelt. Da die Meteormassen in den neuern

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. L. S. 225. ff. B. LIII. S. 369. ff. B. LIV. S. 330. ff. B. LVI. S. 375. ff.

Zeiten ein zu wichtiger Gegenstand der Naturlehre geworden sind; so halte ich es für nöthig, denselben einen eigenen Artickel zu widmen. M. s. Meteorsteine.

Feuerzeug, galvanisches (N. A.) (Calorimotor) ist eine vom D. Wollaston *) erfundene Vorrichtung, mittelst einer einfachen galvanischen Kette eine solche Hitze zu erregen, daß Feuer damit angemacht werden kann. Es besteht diese aus einem kupfernen (besser, silbernen, oder goldenen, oder verplatinirten) Fingerhut, welcher breit geschlagen wird, und zwischen dessen 2 Linien von einander abstehenden und ungefähr einen Zoll langen Wänden ein Zinkplättchen mittelst Siegellack dergestalt befestigt ist, daß es an keiner Stelle unmittelbar das Kupfer, oder Silber, berühret, sondern an jeder Seite $\frac{1}{4}$ Linie davon absteht. Außerdem befindet sich am silbernen Fingerhut ein Henkel von Silber, von welchem, so wie vom Zinkplättchen, ein Platinadrath ausgeht; beyde Drähte durchbohren ein Glaskügelchen und enden sich in einem zweyten Kügelchen der Art. Ueber beyde einander möglichst nahe stehenden Platinadrähte wird ein anderer sehr feiner (ohngefähr $\frac{1}{2000}$ Zoll dicker) Platindraht angelöthet. Taucht man nun diese beschriebene Vorrichtung in Säure, die mit dem kupfernen Fingerhut in nicht zu schwache Salz- oder Schwefelsäure bis zu $\frac{3}{4}$ seiner Höhe; die mit dem silbernen Fingerhut etwa bis zur Hälfte in ein Gemisch von 1 Schwefelsäure und 50 Wasser; so erglüht der feine Platindrath plötzlich, welcher die beyden Plättchen von Zink und Kupfer oder Silber leitend verbindet, so daß er in diesem glühenden Zustande mehrere Sekunden lang sich befindet, und man ein Zündhölzchen oder Schwamm daran anzünden kann. Die Gluth des Drahtes ist von solcher Intensität, daß man sie selbst am hellen Tage in einiger Entfernung wahrnimmt.

*) *Thomson's* Annals of Philosophy. Jahrg. 1815.

M. s. Käſtners Grundriß der Experimentalphyſik. B. II. S. 51. Heidelb. 1821. 8.

Feuerzeug, pneumatiſches (N. A.) (Briquet pneumatique) beſteht aus einer etwa 5 bis 6 Zoll langen metallenen Röhre, welche auf der einen Seite verſchloſſen, inwendig genau ausgeſchliffen, und etwa $\frac{1}{4}$ Zoll dick im Durchmeſſer iſt; in der offenen Seite aber paßt ganz luftdicht ein Stempel, an deſſen unterer Fläche in der Mitte ein kleines Häkchen ſich befindet, an welches man ein Stückchen Schwamm befeſtigen kann. Stößt man nun mittelſt des Handgriffs oben an der Kolbenſtange den Kolben mit dem angehängten Schwamm ſehr ſchnell und kräftig hinein, ſo entzündet ſich augenblicklich der Schwamm, den man nun mit dem Kolben herausziehen kann.

Zur Erfindung dieſer Vorrichtung hat die von Herrn Remer zuerſt bemerkte Erſcheinung des Windbüchſenlichtes Veranlaſſung gegeben. Herr Mollet *) Prof. der Phyſik zu Lyon hatte ebenfalls dieſes Licht beym Losſchießen einer Windbüchſe im Dunkeln bemerket, und zeigte dies als eine neue Erſcheinung dem Nationalinſtitute an, wobey er zugleich bekannt machte, daß er verbrennliche Körper, als ein Stück Leinwand, welche er in einer engen Röhre, die ſich am untern Ende einer gewöhnlichen Compreſſionszunge befinde, gebracht, durch das Spiel dieſer Pumpe entzündet habe; zwey bis drey Stöße ſind nach ſeiner Behauptung hinreichend, ſie in Brand zu ſetzen. Es war nun wohl bisher bekannt, daß durch eine größere Dichtigkeit der Körper die Temperatur erhöhet werde; allein dies ſchien äußerſt auffallend, daß durch eine ſchnelle und ſtarke Compreſſion der Luft brennbare Körper entzündet werden könnten. Nach einer Erzählung des Herrn Prof. Ermann zu Berlin, ſo wie er von dieſer Sache durch den Herrn Prof. Stubialewitz aus Wilna nach ſeiner Rückreiſe von Paris

*) Journal de phyſique. Tom. LVIII. p. 487.

in Berlin benachrichtigt war, soll Mollet auf diese merkwürdige Erscheinung bey Gelegenheit seiner Untersuchungen über die Wärme gerathen seyn, und soll sogar eine Notiz davon in die frühern Hefte der annales de chimie eingerückt haben. Herr Pictet brachte diese Sache nach einiger Zeit in seiner bibliotheque Britannique von neuem zur Sprache. Nur wünschte das Nationalinstitut, daß hierüber eine Untersuchung angestellet würde, und trug sie dem geschickten Experimentator Charles auf. Dieser verschloß die Mündung einer Windbüchse ganz luftdicht, legte in den Lauf ein Stück Zündschwamm, schoß die Büchse ab, und erhielt nie Entzündungen. Daher fiel sein Bericht an das Nationalinstitut ziemlich ungünstig aus, und die Wahrheit der Thatsache wurde deutlich genug bezweifelt. Zufällig war unter den Zuhörern ein Reisender, der in Lyon den Versuch beym Erfinder selbst gesehen hatte, und den Apparat dazu besaß. Er war erböthig, ihn sogleich holen zu lassen; und so wurde noch in der nämlichen Sitzung die bezweifelte Sache durch die directeste Erfahrung bestätiget.

Dem Herrn Prof. Ermann war diese Erscheinung zu wichtig, als daß er nicht sogleich eine Untersuchung darüber hätte anstellen sollen. Der Versuch gelang ihm am besten auf folgende Art: er verschloß die obere Mündung einer gewöhnlichen Compressionspumpe, wie sie zur Windbüchse gebrauchet wird, mit einer festen metallenen Schraube und dazwischen gelegten ledernen Scheibe, nachdem er zuvor dicht unter dieser Schlußschraube ein Stück guten Zündschwamm angebracht hatte. Stieß er nun den Stempel der Druckpumpe schnell ins Rohr, so konnte wegen der dicht schließenden Schraube die Luft nicht entweichen, so wie es auch vermöge dieser Vorrichtung unmöglich war, was auch für eine Kraft angewendet wurde, den Stempel bis an den Zündschwamm zu treiben. War nun der schnelle Druck so geschehen, daß der Stempel ungefähr $\frac{1}{12}$ der Länge der

Pumpe durchlaufen, und so die Luft in $\frac{1}{12}$ ihres vorigen Volumens zusammengedrängt hätte, so durfte er nur die Schraube aufdrehen, um den Schwamm glimmen zu sehen, und ihn entzündet herauszunehmen. Es war ihm nun vorzüglich darum zu thun, die Ursache von dieser paradoxen Erscheinung aufzufinden. Er sagt, wenn die comprimirte Luft allein den ganzen Verbrennungsprozeß rein einleitete, so hätten wir allerdings eine sehr wichtige Ansicht gewonnen; die mechanische Einwirkung würde hier unerwartete Veränderungen in der chemischen Construction des atmosphärischen Gas bewirken, und die Unterscheidung zwischen Gas und Dampf würde immer mehr und mehr verschwinden. Wenn aber zur Hervorbringung der bis zum Glühen erhöheten Temperatur jedes Mal ein lockerer, in seiner faserigen Structur elastischer Körper mit ins Spiel gezogen werden müßte, so könnte wohl von dieser Wirkung das meiste der plötzlichen Zusammendrückung, und der daraus entstehenden innigsten Reibung der Fasern des elastischen Körpers selbst zuzuschreiben seyn. Wenn durch vermehrte Dichtigkeit der Theile und correspondirende Verminderung der Wärmecapacitäten ein Zweig, den man schnell hin nnd her windet und drehet, sich allmählig bedeutend erwärmt, wie groß muß nicht aus dem nämlichen Grunde die Temperaturerhöhung seyn, die im Zündschwamme statt findet, wenn in einem Nu alle feine Fasern so mächtig an einander gedruckt und gewunden werden.

Nach den wenigen Erfahrungen, die er bis jetzt gesammlet habe, glaubt er, daß in der That diese Modification des festen Körpers das meiste zur Entzündung beytrage. Denn wenn die comprimirte Luft durchaus alle Wärme, die entstehe, oder auch nur den größten Theil derselben, hergäbe, ohne Mitwirkung des festen Körpers, so müßte eine feste, nicht compressible, oder äußerst wenig compressible Substanz ebenfalls die Spuren einer erhöheten Temperatur zeigen, wenn man sie auf dieselbe Art der Einwirkung der Luft, während sie

comprimirt werde, ausſetze; dies finde aber nicht ſtatt, wie der folgende Verſuch zeige.

Herr Ermann goß ein äußerſt dünnes Blättchen von dem leichtflüſſigen Roſe'ſchen Metallgemiſche, welches bekannter Maaßen nicht volle 80° Reaum. erfordert, um zu ſchmelzen, ſchloß dieſe Lamelle in die Druckpumpe luftdicht ein, und gab ihr in verſchiedenen Verſuchen aus voller Kraft zehn, zwanzig bis dreyßig der heftigſten Stöße; fand aber jedesmal, daß das Blättchen ſelbſt an den Kanten, wo es ſich in die feinſten Fäden veräſtelte, auch nicht die mindeſte Spur von Schmelzung, geſchweige denn von Oxydation zeigte.

Eben ſo wenig entzündete ſich der Kampher, ſelbſt nicht durch wiederholte und äußerſt ſtarke Compreſſion der Luft, unerachtet er doch zu den ſehr leicht verbrennlichen Subſtanzen gehört; ja er konnte nie irgend eine Schmelzung an den ſcharfen Rändern und Spitzen der zum Verſuche angewandten Stücke wahrnehmen.

Wenn die Verbrennung lediglich von der chemiſchen Zerſetzung des Sauerſtoffgas herrührte, ſo müßte ſich doch wohl ein mit Naphtha getränktes Stück Schwamm beſſer entzünden, als ein trockenes. Dies geſchieht aber durchaus nicht; und ſo oft und ſtark er auch die Luft comprimirte, worinn ſich der Schwamm mit Naphtha befand, ſo wenig hat es ihm doch gelingen wollen, auch nur eine Erhöhung der Temperatur in dem mit Naphtha getränkten Schwamme hervorzubringen.

Von der andern Seite ſey es aber wahr, daß ſich der Phosphor mit dem erſten Stoße entzünde. Dies ſcheine allerdings zu beweiſen, daß ein gewiſſer Antheil Wärme auch hier wie in andern analogen Verſuchen, von der Luft ſelbſt abgeſchieden werde; dieſer Antheil brauche aber nur ſehr gering angenommen zu werden, und ſey vermuthlich nicht chemiſch durch Zerſetzung des atmoſphäriſchen Gas hervorgebracht, ſondern laſſe ſich füglich durch die bereits genugſam erwieſene Temperatur-

erhöhung der elastischen Flüssigkeiten, wenn durch vermehrte Dichtigkeit ihre Wärmecapacität abnimmt, erklären. Wer wisse, ob nicht sogar die heftige Reibung des Stempels an den Wänden der Pumpe mitwirke, um die geringe Temperaturerhöhung hervorzubringen, die der Phosphor erfordere, um sich zu entzünden.

Eben so erklärt es sich Herr Ermann, daß nach 10 heftigen Stößen (wovon ein einziger doch den Schwamm anzündet) ein Stückchen Wachs etwas erweichet wird, und sogar an den scharfen Kanten eine Schmelzung zeiget. Aber welcher Vergleich zwischen diesem Erfolge und der Glühehitze, welche faserige elastische Körper beym ersten Stoß erzeugen! Und am Ende sind ja der Phosphor selbst und das Wachs, doch in einem gewissen, obgleich geringem Grade compressibel, und dadurch fähig, durch vermehrte Dichtigkeit Wärme hervorzubringen; wie man es bey der Entzündung des Phosphors durch Zerdrückung, und bey dem Weichwerden des Wachses durchs Kneten wahrnehmen kann.

Vielleicht werde man endlich auch aus der Art, wie Körper in comprimirter Luft, selbst im ersten Momente erglimmen, den Schluß ziehen müssen, daß kein Sauerstoff aus der atmosphärischen Luft abgeschieden werde. Er glaube nämlich gefunden zu haben, daß die Portion vom Zündschwamme, welcher in der Pumpe verzehrt wurde, immer unbedeutend klein war, und eben dadurch auf keinen freyen Zutritt vom Sauerstoff hinwies, wenn man sie mit der Menge vergleichet, die in der nämlichen Zeit im Sauerstoffgas verschwunden wäre. Auch finde man oft einen Theil der Oberfläche verkohlt, und doch nicht glimmend. Würde dies wohl seyn können, wenn wirklich Sauerstoff im freyen Zustande existirte?

Endlich frägt Herr Ermann noch, ob sich auch bey der Compression der Luft Licht entwickelt? Dies kann er nicht bestimmt angeben. Er ließ eine Schlußschraube

mit einer ſtarken Spiegelfläche verſehen, konnte aber kein Licht wahrnehmen. Indeſſen war ihm dieſer Apparat nicht genügend, indem die von ihm getroffene Einrichtung, um die Spiegelfläche mit Sicherheit anwenden zu können, einen ſehr erweiterten ſchädlichen Raum hervorbrachte. Daher konnte die Luft bey dieſem Verſuche nicht ſtark oder ſchnell genug comprimirt worden ſeyn. Daß bey dieſem Phänomen ſich wirklich Licht entwickele, ſchien ihm ganz außer Zweifel zu ſeyn, und er vermuthete zugleich, daß hierauf die Erſcheinung des Windbüchſenlichtes beruhe. Um dies zur Gewißheit zu bringen, hatte er ſich vorgenommen, eine andere ganz fehlerfreye Vorrichtung zu dieſer Abſicht machen zu laſſen, und war zugleich Willens, den Verſuch mit dem Gemenge von Waſſerſtoff- und Sauerſtoffgas zu machen, um es durch Zuſammenpreſſung der Luft vielleicht zur Detonation zu bringen. An dem Erfolge dieſes Verſuchs zweifelte er aber, weil die Naphthadämpfe mit atmoſphäriſcher Luft eine Art Knallgas bilden, und doch bedeutende Compreſſionen erlitten, ohne eine Detonation zu bewirken.

Die Urſache des Entzündens des Schwammes durch Reibung, die Herr Ermann am meiſten berückſichtiget, findet der Herr Prof. Wrede *) durchaus unzugänglich. Daß eigentliche Friction der zuſammengepreßten Luft, auch ſelbſt an den entzündlichſten Körpern, keine Entzündung hervorbringe, davon habe er ſich durch Verſuche überzeuget. Er lud nämlich eine Windbüchſe ſo ſtark wie möglich, und ſchoß die darinn zuſammengepreßte Luft gegen Schwamm - Phosphor u. dgl. ab. Die an ein trockenes Bret gehefteten Körper wurden zuweilen durch die anprellende Luft in Stücken zerriſſen und das Bret wurde umgeſtoßen, aber es erfolgte nie eine Entzündung.

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XVIII. S. 406.

Nach Herrn Prof. Ermann hat der Herr Prof. Gilbert *) mit einem besonders dazu eingerichteten Apparate weitere Versuche über diese wichtige Erscheinung angestellet. Hiebey hatte er die Vorsicht gebraucht, die eiserne Compressionspumpe zuvor bis auf 24° Reaum. zu erwärmen, damit sie die frey werdende Wärme nicht allzuschnell verschlucke, und den entzündlichen Körper in der Schraube selbst, womit die Pumpe dicht verschlossen wird, so zu befestigen, daß er fast frey in der Luft schwebte, ohne den Stiefel oder Kolben zu berühren. Die Compression geschah jedesmal vermittelst eines schnellen recht kräftigen Stoßes.

Ein dünnes zugespitztes Blättchen von der Rose'schen Metallmischung, nicht dicker wie gewöhnliches Schreibpapier, dessen Ränder mit der Scheere scharf geschnitten waren, hatte nach einem Stoße an den Rändern und der Spitze eine unverkennbare Schmelzung erlitten. Diese Schmelzung war bedeutender, wenn man zwey Stöße nach einander gab. Bey drey Stößen fanden sich die Seiten tief ausgehöhlt, und bey vier Stößen war die Spitze zu einem Kügelchen geschmolzen, und alle Ränder zeigten sich erhaben. Daß der Erfolg dieses Versuchs von dem des Herrn Prof. Ermann abweicht, lag vermuthlich in der noch nicht fehlerfreyen Einrichtung, womit letzterer die ersten Versuche anstellte.

Ein Stück Zunderschwamm entzündet sich bey einem einzigen Stoße, daß es beym Oeffnen der Schlußschraube brennt, und zwar bey einem recht schnellen und kräftigen Stoße fast überall an der Oberfläche. So auch Zunder aus Leinwand gebrannt.

Baumwolle war nach einem Stoße ringsum an der Oberfläche stark versengt, und verbrannt, sah hier gelb und schwarz aus, und beym Oeffnen der Schraube verbreitete sich ein Geruch, wie von etwas Gesengtem;

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XVIII. S. 407. ff.

brennend hat er sie nie gefunden. Da aber beym Zurückziehen des Kolbens Rauch aus dem Stiefel hervorsteigt, so muß sie gebrannt haben, und bald erstickt worden seyn. Leinwand und Papier werden Stellenweise versengt und verkohlt, sind aber ebenfalls beym Oeffnen der Schlußschraube nicht mehr in Brand.

Baumwolle mit fein gepulvertem Colophonien bestreuet zeiget sich an einigen Stellen, besonders am Rande, versengt, das Colophonium aber ist in eine einzige feste und steife Masse zusammengezogen, auch da, wo man die Baumwolle unversehrt findet; aus der Pumpe steigt beym Zurücktreiben des Kolbens weit mehr Rauch, als im vorigen Versuche. Es hat daher das Colophonium zugleich mit der Baumwolle gebrannt. Da nach mehrmals wiederholten Stößen noch mehrere Spuren von Schmelzung, und eben so viel Rauch, wie das erste Mal, sich zeigten, so schließt Herr Gilbert, daß dieser Erfolg die Meynung einer beym Comprimiren plötzlich frey werdenden Wärme sehr begünstige.

Baumwolle mit Schwefelpulver bestreuet gab ganz dieselben Erscheinungen. Der Rauch in der Pumpe roch stark nach schwefliger Säure. Schießpulver, womit Baumwolle war eingerieben worden, hatte sich entzündet. Eben so Schießpulver in Körnern, das mit etwas Baumwolle in eine Höhlung der Schlußschraube war eingeschlossen worden. Schießpulver allein in Körnern konnte nicht zum Entzünden gebracht werden.

Baumwolle mit Terpentinöhl genäßt war nach einem Stoße an einigen Stellen versengt, und es zeigte sich Rauch. Nach vier Stößen war die ganze Pumpe voll dicken Rauchs, und das in der Baumwolle noch vorhandene Terpentinöhl bedeutend heiß.

Baumwolle mit Aether verhielt sich ziemlich eben so bis auf die Erhitzung, statt derer merkliche Kälte vorhanden zu seyn schien. Unmittelbar hierauf wurde der Versuch mit Zündschwamm wiederholt. Der Schwamm

war nun nicht zu entzünden, selbst nachdem man die Pumpe, doch ohne sie aus einander zu nehmen, ausgewischt hatte. Indeß war der Schwamm an der ganzen Oberfläche zusammengedrückt und sehr stark verkohlt. Rauch bemerkte er jetzt in der Pumpe nicht. Unmittelbar nach den Versuchen mit Schwefel und Schießpulver entzündete der Schwamm sich so gut, wie vorher.

Holz, in welchem sich viele kleine Drehspäne befanden, allein zeigte keine Verkohlung; mit Aether genäßt, der Phosphor aufgelößt enthielt, wurden die feinsten Späne verkohlt. Mit Terpentinöhl erfolgte nichts, außer daß sich beym Oeffnen der Schraube ein wahres Aufkochen des Oehls zeigte.

Von diesen angeführten Versuchen schien man zu dieser Zeit in Frankreich nichts gekannt zu haben. Indessen wurde Moller's Versuch mit einer Windbüchsenpumpe vor dem Nationalinstitute wiederholet. Herr Biot *) hatte diesem Versuche zu Folge Veranlassung genommen, in einer Unterredung mit Herrn Bertholet die Vermuthung als sicher zu behaupten, welche Herr Ermann für zweifelhaft hielt, daß nämlich blos durch sehr schnelle Compression der Luft sich die Verbindung von Wasserstoff- und Sauerstoffgas bewirken lasse. Biot glaubte sogar, daß dies aus den bereits angestellten Beobachtungen über die Wärme, welche durch die Compression der Luft entwickelt wird, unmittelbar folge, und es daher ganz überflüssig finde, sich davon auf irgend eine Art zu überzeugen. Nachher hat ihn aber doch Herr la Place zur Anstellung dieses Versuchs aufgemuntert, und er brachte ihn auf folgende Art zu Stande. Herr Biot ließ das Ende einer Windbüchsenpumpe mit einem sehr dicken Spiegelglase luftdicht verschließen, um das Licht wahrnehmen zu können, welches hier, wie bey der atmosphärischen Luft, erzeuget werden mußte. Die Pumpe be-

*) Annales de Chimie. T. LIII. p. 321.

ſtand aus Eiſen, hatte an der Seite ein Hahnſtück, um ſie mit den beyden Gasarten füllen zu können, und war am untern Ende mit einem ſchweren Cylinder von Bley umgeben, damit ſie eine recht ſchnelle Compreſſion erhalten möchte. Dieſer Apparat wurde zuerſt mit atmoſphäriſcher Luft geprüft. Selbſt im Dunkeln war in ihm beym Comprimiren der Luft kein Licht wahrzunehmen, wahrſcheinlich, weil die heftige Bewegung die man machen mußte, um eine ſchnelle Compreſſion zu bewirken, verhinderte, gerade genug in das Innere der Pumpe hineinzuſehen; denn daß ein flüchtiger Schein während des Comprimirens entſtehet, hat er ſelbſt mehrere Malen bey andern Verſuchen geſehen. Unmittelbar nach dieſem Verſuche wurde die Pumpe mit einer Miſchung aus Waſſerſtoffgas und Sauerſtoffgas gefüllt, und ein heftiger Stoß gegeben; ſogleich erſchien ein ausnehmend lebhaftes Licht; es erfolgte eine heftige Detonation; das Spiegelglas flog in die Luft; der meſſingene Ring, welcher das Glas vermittelſt einer Schraube feſthielt, wurde zerbrochen, und dem, der die Pumpe mit der Hand hielt, wurde die Hand leicht verbrannt, und durch die Heftigkeit der Exploſion gelähmt.

Dieſer Verſuch wurde wiederholt, und der Erfolg war derſelbe; ja bey einem dritten Verſuche zerriß ſogar die Pumpe mit einer heftigen Exploſion. Dieſe Erfolge bewieſen alſo hinreichend, daß beyde Gasarten in Verbindung getreten waren. Nach Herrn Biot iſt die Theorie dieſer Erſcheinungen ſehr einfach. Eine ſchnelle Compreſſion nämlich zwingt die beyden Gasarten, eine ſehr große Menge von Wärme fahren zu laſſen, die, da ſie ſich nicht augenblicklich zerſtreuen kann, die Temperatur derſelben für einen Augenblick erhöhet, und hinreicht, ſie in dieſem Zuſtande von Verdichtung zu entzünden.

Man finde alſo in den beyden Gasarten ſelbſt alle Elemente, welche nöthig ſeyn, um ſie in Vereinigung zu bringen, ohne alle Mitwirkung des elektriſchen Funkens oder äußern Feuers. Wahrſcheinlich, meint Biot,

möchten ſich auf dieſelbe Art alle Verbindungen von Gasarten, welche eine Temperaturerhöhung erfordern, ohne irgend ein fremdes Agens, hervorbringen laſſen.

Nach Herrn Biot hat ſich mit dieſem Gegenſtande Herr le Bouvier-Desmortiers *) beſchäftiget, und beſonders durch Verſuche darzuthun ſich bemühet, was für eine Urſache dieſer auffallenden Wirkung zum Grunde liege. Zuerſt bemerket er, daß die erſte Vorrichtung dieſes Apparats darin fehlerhaft geweſen ſey, daß man den Kolben eine Länge von 18 bis 20 Linien gegeben habe, um ihn ſo ſchließen zu machen, daß zwiſchen ihm und der Röhre keine Luft entweichen könne, weil im entgegengeſetzten Falle der Schwamm ſich nicht entzünden würde. Allein Bouv.-Desmortiers meint, daß es mehr auf eine genaue Arbeit als auf die Kolbenlänge ankomme. Wenn die Röhre gehörig calibrirt iſt, und daher ein 6 Linien langer Kolben überall genau anſchließt, ſo geht zwiſchen beyden nicht mehr Luft hindurch, als wenn der Kolben 20 Linien lang iſt. Dergleichen Vorrichtungen hatte bereits Herr Dumotiez als geſchickter ausübender Mechaniker, unter dem Namen des pnevmatiſchen Feuerzeuges als die vortheilhafteſten gefunden.

Weſentlich nothwendig iſt es, daß das Feuerzeug am Ende der Röhre, wo der Schwamm angebracht wird, luftdicht ſchließt; kann hier auch nur die geringſte Luft entweichen, ſo erfolgt keine Entzündung. Dagegen wird ſie nicht aufgehoben, wenn der Kolben die in der Röhre enthaltene Luft bey ſich vorbey entweichen läßt. Herr le Bouv.-Desmortiers ließ in den Kolben ſeiner Länge nach einen Riefen machen, die $\frac{1}{4}$ Lin. weit war, und noch fieng der Schwamm Feuer wie zuvor. Nun ließ er dieſer gegenüber eine zweyte, darauf eine dritte, und zuletzt eine vierte machen, ſo daß die Cylinderfläche des Kolbens in 4 gleiche Theile getheilet war; und immer

*) Journal de phyſique Août 1808.

noch wurde der Schwamm beym Hineinstoßen entzündet. Wenn dieser gereifte Kolben in die Röhre hineingeschoben, oder wieder herausgezogen wurde, so hörte man die Luft pfeifend durch die Riefen strömen, und die Reibung war so geringe, daß man die Wirkung ohne Mühe erhielt, wenn man das Feuerzeug blos zwischen den Händen bewegte.

Nachher versuchte er es auch, einen Kolben nur mit einem einzigen Riefen zu gebrauchen, welcher aber so groß war, als jene 4 zusammen genommen; allein er konnte damit keine Entzündung des Schwammes hervorbringen.

Die Ursache dieses Erfolgs ist nach ihm folgende: Treibt man den gerieften Kolben mit der zum Entzünden nöthigen Geschwindigkeit in die Röhre hinein, so wird der größte Theil der eingeschlossenen Luft gegen das Ende der Röhre hingetrieben, wo der Schwamm sich befindet, und entzündet ihn. Nur die kleinen diesen Einschnitten entsprechenden Luftsäulen strömen durch die Riefen, und zwar mit der Geschwindigkeit, die man dem Kolben giebt. Die Reibung, die sie in diesen engen Durchgängen leiden, bewirkt einen Widerstand gegen das Durchströmen, und eine Art von Stockung, so daß nur ein Theil derselben entweichen kann. Bey dem Kolben mit einem Reifen hingegen leidet die Luft fast gar keinen Widerstand in diesem weiten Kanal; denn man hört kein Pfeifen, wenn man den Kolben hineinstößt oder zurückzieht. Auch wird der Kolben nach dem Stoßen von der innern Luft nicht zurückgedruckt, sondern bleibt am untern Ende der Röhre feste.

Um nun den Grund der Entzündung im pneumatischen Feuerzeuge aufzufinden, sind nach ihm viererley zu betrachten: 1. die Materie der Röhre, 2. das was in der Röhre enthalten ist, 3. die Materie des Kolbens, zu welcher die Fettigkeit mit gerechnet wird, womit man ihn zu umgeben pflegt, um ihn leichter gehen und luftdicht

zu machen, und 4. die Reibung des Kolbens gegen die Röhre.

Wenn man auf dieſe vier Punkte Rückſicht nimmt, ſo kann nach ihm die Urſache der Entzündung nicht in der Elektricität liegen. Denn 1. iſt kein Theil des Feuerzeuges iſolirt, und Iſolirung iſt bey allen Maſchinen eine nothwendige Bedingung, um einen merkbaren Grad der Elektricität zu erregen. Eben ſo wenig iſt 2. die Reibung eines fetten Körpers, wie der Kolben, gegen Metall geeignet, Elektricität zu erregen, 3. lehret die Erfahrung, daß die Atmoſphäre in den Höhen, wo wir wohnen, faſt nur bey Gewittern, oder, wenn elektriſche Wolken über uns fortziehen, Zeichen von Elektricität giebt; die unendlich kleine Menge von Elektricität in einem Cubikzoll Luft, der in dem Feuerzeuge enthalten iſt, kann folglich gar nicht in Betracht kommen. Endlich 4. vermag man kaum mit ſtarken elektriſchen Entladungsſchlägen den Schwamm anzuzünden. Um nun die wahre Urſache von der Entzündung des Schwammes durch die Compreſſion der Luft ſo viel als möglich auszufinden, nahm er Glasröhren von Kryſtallglas, und ließ ſich daraus pneumatiſche Feuerzeuge verfertigen. Das erſte 8 Zoll lang und 8 Linien breit, entzündete den Schwamm nicht; das zweyte 9 Zoll lang und 6¾ Linien weit, wirkte vollkommen gut; das dritte 8 Zoll lang und 7 Linien weit, ſetzte gleichfalls den Zündſchwamm in Brand.

In dieſen gläſernen Feuerzeugen zeigt ſich in dem Augenblicke, wenn man den Kolben hineinſtößet, und der Schwamm Feuer fängt, ein heller Bliz, der das Innere der Röhre ausfüllt, und das Licht iſt deſto lebhafter, je ſchneller die Zuſammenpreſſung der Luft vor ſich geht. Iſt die Zuſammendrückung weniger ſtark, ſo entzündet ſich der Schwamm nicht, es erſcheint aber im obern Theile der Röhre ein leichter Dunſt, der in Wellen auf den Kolben herabſinkt. Zieht man alsdenn den Kolben zurück, ſo erſcheint dieſer Dunſt wieder, ſo fern

noch Luft in der Röhre vorhanden iſt. Dieſe Wirkungen erhält man mehrere Male hinter einander, wenn man den Kolben blos mit der Hand hineinſtößt, und wieder herauszieht. Dieſer Dunſt iſt ſo fein und durchſichtig, daß man ihn bey etwas ſtarken Lichte nicht ſieht, ſondern ihn nur bey hellem Tageslichte gewahr wird.

Hier entſtand nun die Frage, woher rühret dieſer Dunſt und woraus beſteht er? Die Materie des Inſtruments gebe ihn gewiß nicht her; er könne alſo nur von der Materie, welche die Röhre enthalte, d. i. von der atmoſphäriſchen Luft herrühren. Nun enthalte aber dieſe Luft blos Sauerſtoff, Stickſtoff und einen Theil von Kohlenſäure: mithin lauter Materien, welche ihre Gasgeſtalt vom Wärmeſtoffe beſitzen, welcher ſie durchdringe. Müſſe aber nicht die leichteſte Materie beym Zuſammendrücken am erſten entweichen? und ſollte daher nicht jener Dunſt der Wärmeſtoff ſeyn, der ſichtbar werde, indem die Theilchen deſſelben von der ſie umgebenden Luft zuſammengedrückt würden, gerade ſo wie Luft ſichtbar werde, wenn ſie durch Waſſer ſteige? Dieſe Idee ſcheint nach ihm durch einige Verſuche noch wahrſcheinlicher zu ſeyn. Er füllte nämlich das pnevmatiſche Feuerzeug mit Waſſerſtoffgas ſtatt mit atmoſphäriſcher Luft, der Schwamm entzündete ſich nicht, der Dunſt zeigte ſich aber, wie in der atmoſphäriſchen Luft. Dieſelbe Wirkung fand ſtatt mit kohlenſaurem Gaſe und mit Stickgaſe; das letztere enthielt etwas Salpetergas und gab einen dichtern Dunſt. Im Sauerſtoffgas bildete ſich beym ſchwachen Zuſammendrücken ein dünnerer und flüchtiger Dunſt als in der atmoſphäriſchen Luft; er war kaum auf den Kolben gefallen, ſo erhob er ſich wieder und verſchwand. Wurde das Sauerſtoffgas mit der zum Zünden nöthigen Kraft verdichtet, ſo brannte faſt der ganze Schwamm, indeß nur gewöhnlich das vordere Ende Feuer fängt. Bey dieſem Verſuche bediente er ſich eines meſſingenen Feuerzeuges, deſſen Kolben dabey ſo ſchwand, daß er den Schwamm nicht mehr zu entzünden vermochte.

Daß der Dunst auch nicht von der Fettigkeit herrühre, welche den Kolben umgiebt, indem die durch die Reibung erregte Wärme sie expandirt, fließt nach ihm daher: denn 1. dürfte sich der Dunst nicht eher zeigen, als wenn die Wände der Röhre mit der Fettigkeit überzogen wären; allein er erscheine sogleich beym ersten Stoße, den man mit einem Kolben mache, ehe noch die Röhre fettig geworden sey; dann müßte auch 2. dieser Dunst unter dem Kolben gesehen werden, an den Stellen, die der Kolben verlasse; immer zeige er sich aber nur über dem Kolben; 3. erscheine kein Dunst, wenn der Kolben sehr geschwunden ist, wenn gleich die Reibung sehr schnell erfolget; 4. müßte der Dunst sichtbarer werden, wenn der Kolben die Röhre nach ihrer Länge, als wenn er nur einen kleinen Theil am obern Ende reibt, indeß häufig das Gegentheil statt findet. Endlich 5. sey kein Dunst mehr vorhanden, wenn die Luft ganz zersetzt sey, zeige sich aber, sobald man nur etwas Luft hineinlasse.

Um zu prüfen, ob nicht der Dunst saurer Natur sey, klebte er auf die obere Fläche des Kolbens mit etwas Klebewachs ein Stück Mousselin, das in Lakmustinktur getaucht und dann getrocknet worden war. Die Farbe hatte sich nach 20 Kolbenstößen nicht geändert. Er fügte nun ein größeres Stück Mousselin hinzu, dessen Ränder frey flatterten; es war ringsum an dem Rande verbrannt; die Farbe hatte sich aber nicht verändert. Ein drittes genäßtes Stück litt gar keine Aenderung. Aus diesen Versuchen schließt er nun, daß sich unter diesen Umständen keine Säure bildet, daß aber alle Gasarten gleich der Luft einen Dunst beym Zusammendrücken erzeugen, daß ferner blos die atmosphärische Luft und das Sauerstoffgas den Schwamm entzünden, die andern Gasarten nicht; und daß endlich das reine Sauerstoffgas eine weit heftigere Entzündung als die atmosphärische Luft bewirkt, der Sauerstoff folglich eine große Rolle bey diesem Zünden spielt. Da aber der Sauerstoff nur

wirksam werden könne, wenn die Luft zersetzt werde, so folge hieraus, daß sich die in der Röhre enthaltene Luft durch die bloße Kraft der Compression zersetze. Der Dunst, welcher entstehe, sey dem Sauerstoffe nicht zuzuschreiben; denn er zeige sich auf eben die Art in den Gasarten, die keinen Sauerstoff enthalten, und müsse folglich von einem Stoffe herrühren, der allen Gasarten gemein sey. Dieses mache geneigt anzunehmen, daß es der Wärmestoff selbst sey, der durch plötzliche Annäherung aller seiner Theilchen an einander in einem kleinen Raume sichtbar werde, in welchem er zu einer Temperatur steige, die sich in dem Sauerstoffe so verlebendige, daß sie den Schwamm entzünde. In einer Note bemerket er noch, daß das wenige Wasser, welches die in dem Feuerzeuge eingeschlossene Luft enthalte, gar nichts zu den Wirkungen beytragen könne. Wäre der Dunst wirklich Wasser aus der atmosphärischen Luft, so müßte es sich auf der Oberfläche des Kolbens tropfbar zeigen, diese bleibe aber immer trocken. Dagegen führet aber Herr Prof. Gilbert ganz richtig an, daß auch der Schwamm einen Theil des Wasserdunstes hergebe, welcher in dem Augenblicke erscheinet, wenn die Verdichtung nachläßt. Denn beym Zurückziehen des Kolbens wird die Luft beym Verdünnen erkältet, und sie muß daher einen Theil des Wasserdampfes, den sie enthält, in Dunstgestalt absetzen.

Gegen le Bouvier-Desmortiers hatten mehrere behauptet, daß der Dunst und das Leuchten in dem Compressions-Feuerzeuge vorzüglich von dem Oehle herrühre, womit der Kolben eingeschmieret wird. Denn wenn man den Kolben mehrere Malen hineinstoße, so zeige sich endlich kein Licht mehr, obgleich die Luft noch eben so stark als zuvor, verdichtet werde; das Licht erscheine aber wieder, sobald man nur ein Paar Tropfen Oehl in die Pumpe fallen lasse; und mit wesentlichen Oehlen sey der Versuch glänzender als mit den fetten Oehlen. Dadurch wurde le Bouvier-Desmortiers

veranlaßt, neue Unterſuchungen über die Wirkungen des pneumatiſchen Feuerzeugs anzuſtellen *). Er bemerket, daß die Urſache des Dunſtes und des Lichtes nicht vom Oehle herrühren könne, erhelle aus dem Orte, wo beyde erſcheinen; nämlich immer nach vorn, nie hinten, wie es der Fall ſeyn müßte, fände jene Urſache ſtatt. Daß nach mehreren auf einander folgenden Einſtoßungen kein Licht mehr ſich zeige, ſey eben ein Beweis, daß es vom Oehle des Kolbens nicht verurſacht werde, weil ſonſt das Oehl, das ſich bey den erſten Stößen an den Wänden der Röhre abſetze, bey den folgenden Stößen im Gegentheil das Licht verſtärken müßte. Dieſes Abſetzen von Oehl werde beſonders am obern Theile des Feuerzeugs ſichtbar, und ſey dort manchmal ſo ſtark, daß das Glas dadurch undurchſichtig werde; verbrennte aber das Oehl, ſo würde es ſich nicht in der Röhre abſetzen, ſondern darinn einen kohlichen Rückſtand bilden.

Wenn ferner dadurch, daß man Oehle in den Stiefel des Compreſſions-Feuerzeugs tröpfelt, das Licht zum Wiedererſcheinen gebracht werde, ſo ſey das davon der Grund, daß dieſe ſehr entzündbaren Körper ſich mit der Luft, die ſich im Stiefel befinde, verbinden, und ſo unmittelbar einen verbrennlichen Körper bilden, auf den die Verdichtung ausgeübet werde. Endlich behauptet le Bouvier-Desmortiers, ſey es gemeiniglich der verbrennliche Körper, der den Funken hergebe. Wenn nämlich der Zündſchwamm zum erſtenmale durch einen Kolbenſtoß entzündet werde, ſo ſey das Licht lebhaft. Löſche man aber den Schwamm aus, und wiederhole den Stoß vier bis 5mal hinter einander, ſo werde dabey das Licht immer ſchwächer, je mehr ſich der Schwamm verkohle, und bleibe endlich ganz aus, obgleich der Schwamm ſich noch entzünde; manchmal ſelbſt fange er von hinten Feuer, ohne Funken, und ohne daß man es auf dem

*) Journal de phyſique Mai 1809.

ersten Anblick gewahr werde, daß er brenne. Nehme man statt des Schwammes Körper, die mit Flamme brennen, z. B. Baumwolle oder Flachs, so sey der Funke sehr viel glänzender.

Bringe man das Fettige in der Röhre gänzlich weg, beschmiere die Kolben mit Oehle und stoße, ohne daß man Schwamm in die Röhre gethan habe, den Kolben mit der Schnelligkeit hinein, wobey sich Schwamm entzünden würde, so werde man nun kein Licht gewahr werden, welches doch geschehen müßte, wenn es vom Oehle herrührte. Reinige man von neuem die Röhre von der Fettigkeit, und verfahre wieder wie vorher, so erscheine abermals kein Funke, und so könne man diesen Versuch wohl zwanzig Mal wiederholen, und nie werde ein Funke erscheinen. Sobald man aber ein Stück Schwamm in das Feuerzeug bringe, sey auch der Funke da. Es sey daher der verbrennliche Körper, der den Funken hergebe.

Ueberdem hatte Herr le Bouvier-Desmortiers sich einen Kolben aus Buchsbaumholz verfertigen lassen, den er mit Seife beschmierte. Damit konnte er den Schwamm eben so gut als mit einem Kolben aus geöhltem Leder entzünden; man wisse aber, daß Seife auf glühende Kohle gelegt schmelze ohne sich zu verändern. Auch führet er noch an, daß der Arzt zu Lyon, Herr Eynard, eine messingene Compressionspumpe mit einem genau schließenden eisernen Kolben besessen habe, womit der Versuch ebenfalls vollständig gelang, ohne dabey Oehl gebraucht zu haben.

Um die Ursache der Erscheinungen noch deutlicher aufzuhellen, stellte er noch folgende merkwürdige Versuche an:

Man bringe das Compressions-Feuerzeug ganz unter Wasser, und drücke den Kolben langsam hinein, um sich zu überzeugen, daß der Kolben keine Luft entweichen läßt; schließt er gut, so steigt auch nicht eine Luftblase aus dem Stiefel. Hierauf fülle man die

Pumpe mit Luft, thue keinen Schwamm hinein und gebe einen Stoß; der leichte Dunst erscheint sogleich in Menge, und verschwindet dann wieder, und der Kolben wird in den Stiefel um eine gewisse Weite zurückgeworfen. Die in dem Stiefel übrig bleibende Luft comprimire man aufs neue; der Erfolg ist wieder derselbe, nur des Dunstes weniger, und der Kolben wird weniger weit zurückgetrieben, Wiederholt man den Stoß, so nimmt die übrig bleibende Luftsäule wieder ab, und der Kolben geht wieder um weniger zurück, und so gelangt man endlich dahin, daß er gar nicht weiter zurückgeht.

Hiebey wird nach Herrn le Bouvier-Desmortiers die Luft zersetzt ohne Einwirkung eines verbrennlichen Körpers auf sie. Mit der ganz von Wärmestoff durchdrungenen Luft verhalte es sich in diesem Falle, wie mit einem Schwamme, der sich voll Wasser gesogen habe, und den man wiederholt zusammendrücke, um das Wasser auszupressen. Bey dem ersten Comprimiren der im Stiefel enthaltenen Luft werde eine große Menge Wärmestoff ausgepreßt, und zerstreue sich im Augenblicke; von der Luft zersetze sich zugleich eine diesem Wärmestoffe entsprechende Menge. Bey den folgenden Compressionen finde dasselbe statt, bis endlich alle Luft zersetzet sey.

Man bringe ferner Schwamm in das Feuerzeug, und treibe den Kolben mäßig geschwind hinab; der Dunst entzündet dann den Schwamm nicht. Man comprimire hierauf etwas geschwinder; es entsteht dann mehr Dunst, aber noch keine Entzündung. Endlich comprimire man mit der erforderlichen Geschwindigkeit, so entzündet sich der Schwamm und das Licht erscheinet. Diesen Versuchen zu Folge erhelle deutlich, daß der erzeugte Dunst aus der Luft ausgedrückt werde, die in dem Stiefel enthalten sey, und daß er das entzündende Princip ausmache, das vermöge der Verdichtung

und der Geschwindigkeit, womit es sich bewege, das Gewebe des verbrennlichen Körpers durchdringe, und es entzünde. Dieser Dunst erzeuge jedesmal, so schwach er auch sey, ein geringes Verbrennen, welches die Luft in dem Feuerzeuge nach gerade zersetze. Es könne aber auch dieser Dunst leuchtend werden.

Wenn bey jedem Stoße das Innere des Stiefels von allem Fettigen rein gemacht wurde, so erschien einige Mal ein Funke, doch minder glänzend und von der Farbe einer brennenden Kohle. Um ihn zu erhalten, muß man aber die Luft weit heftiger comprimiren, als es zum Schwammzünden nöthig ist. Eine andere wesentliche Bedingung ist, daß das Compressions-Feuerzeug nur einen sehr kleinen Durchmesser besitze, höchstens von 3 bis 4 Linien. Folglich komme es, damit der Wärmestoff, oder was sonst das entzündende Princip sey, leuchtend werde, blos auf eine schnelle Compression in einem sehr kleinen Raume an, und er überzeuge sich, daß man in einem gut calibrirten Stiefel, von nicht mehr als 2 Linien Weite, bey jedem Stoße den Funken sehen würde.

Aus allen diesen Thatsachen folge, daß die Erscheinungen in den pneumatischen Feuerzeuge aus der Lehre vom Wärmestoff zu erklären, und daß sie weder dem öhligen Körper, noch der Elektricität zuzuschreiben seyn.

Daß sich die Luft im Feuerzeuge durch bloße Compression, ohne Gegenwart eines verbrennlichen Körpers zersetze, sucht le Bouvier-Desmortiers auf folgende Art zu erweisen. Er prüfte mit Beyhülfe des Herrn Veau de Launay den Rückstand der Compression in einem Eudiometer mit Salpetergas, welche im Augenblicke selbst bereitet wurden. Es verminderte sich mit

1 Maas Salpetergas, das Maas zu 100 Theilen gerechnet,

1 Maas atmosphärische Luft auf 120 Theile und mit
2 Maas Salpetergas auf 220 Theile
1 Maas ausgeathmeter Luft auf 158 Theile.

1 Maas Luft, die im pneumatiſchen Feuerzeuge, als es Schwamm enthielt, nach einem Stoße, rückſtändig war auf 150 Theile

1 Maas rückſtändiger Luft, nach einer Compreſſion ohne Schwamm auf 142 Theile.

Mehrmals hinter einander comprimirte Luft nahm nach jeder Compreſſion an Menge ab, aber ihre Güte blieb dieſelbe als nach der erſten Compreſſion.

Wurde das Eudiometer geſchüttelt, um das Verſchlucken zu befördern, ſo blieb ein etwas kleinerer Rückſtand; z. B. von 136 Theilen mit dem Gasrückſtande der Compreſſion ohne Schwamm.

Es iſt daher die atmoſphäriſche Luft durchs bloße Comprimiren um 16 Theile ſchlechter geworden.

Auch hat der Herr Stabsarzt D. Kretſchmar *) in Deſſau einige Verſuche mit dem pneumatiſchen Feuerzeuge angeſtellt, wobey er zu zwey verſchiedenen Malen und zwar am Tageslichte als eine ihm ſehr überraſchende Erſcheinung, ſtarke glänzende Funken zwiſchen dem eingeſchmirgelten Stöpſel aus der Röhre herausfahren ſah. Nachher hat er aber dieſe Erſcheinung nicht weiter hervorbringen können. Uebrigens bemerkte er, daß der Schwamm nach dem Stoße in der Röhre ſelbſt nicht brenne, ſondern erſt, wenn er ſogleich darauf mit dem Stöpſel herausgezogen wird. Er fängt in der Röhre blos an zu dampfen, und ſich zu verkohlen, und der brennende Schwamm erliſcht ſogleich, wenn man ihn mit dem Stöpſel wieder hineinſteckt.

Daß eine Lichtentwickelung nicht allein durch ſtarke Compreſſion der Luft, ſondern auch durch eine plötzliche Expanſion derſelben erfolge, war bereits durch das Windbüchſenlicht erwieſen. Allein bisher hatte noch kein Naturforſcher über die Entſtehung des Windbüchſenlichtes eine wahrſcheinliche Urſache angeben können. Der erſte, der meines Erachtens mit glücklicherem Erfolge den phy-

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXIX. S. 228.

sikalischen Grund dieser Erscheinung aufstellte, war der Herr Theodor v. Grotthuß *), welcher auch das Phänomen des Windbüchsenlichtes genauer und bestimmter darstellte. Es erhielt nämlich der Kolben einer gewöhnlichen Windbüchse neunhundert Pumpenstöße, wodurch die Luft darin so sehr comprimirt wurde, daß man den Gegendruck des Ventils fast nicht mehr durch neues Pumpen aufheben konnte. Hierauf wurde der Kolben mit einem feinen Schlosse und dem dazu gehörigen 3 Fuß langen eisernen Laufe versehen, und das Gewehr an einem recht finstern Orte ohne andere Vorrichtung abgeschossen. In dem Augenblicke, als sich eine Portion der eingesperrten Luft mit lautem Knall expandirte, sahe man eine blendend leuchtende Flamme aus dem Laufe herausfahren, die gewiß einige in der Nähe befindliche brennbare Körper in Brand gesetzt hätte, wenn letztere nicht durch die prädominirende Wirkung der in gewaltsame Bewegung gesetzten Luft fortgeschleudert worden wären. Um den Versuch zu wiederholen mußte er gleich nach dem ersten Abschießen den Kolben von neuem mit Luft anfüllen; denn ohne diese Vorsicht entwickelte sich aus der durch späteres Abschießen in Bewegung gesetzten Luft zu wenig Wärmestoff, als daß er die Gestalt des Feuers hätte annehmen können. Hätte man den Kolben, statt mit atmosphärischer Luft, mit einem Gemenge aus Wasserstoffgas und Sauerstoffgas in gehöriger Proportion gefüllt, so würde sich dasselbe unfehlbar entzündet und Wasser erzeuget haben.

Die Intensität des Phänomens hängt von zwey Bedingungen ab, nämlich von dem Bestreben zur Elasticität der zusammengepreßten Luft, und von dem Widerstande, den sie bey ihrem Freywerden von der Atmosphäre und von den Wänden des Büchsenlaufes leidet. Daraus folgt, daß das Phänomen in einer sehr dichten Atmosphäre, deren Dichtigkeit der der Kolbenluft gleich

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XXXIII. S. 214. ff.

wäre, so wie auch in einer unendlich dilatirten Atmosphäre ganz aufhören würde. Denn im ersten Falle erreichte die Elasticität, im letzten der Widerstand, das Minimum, dennoch glaube er, daß die Erscheinung in einem vollkommen luftleeren Raume sogar das Maximum der Intensität erreichen könne, wenn nur dieser Raum beschränkt und von keinem zu großen Umfange sey, weil alsdann die Schranken des Raums den nöthigen Widerstand leisten würden.

Dem Herrn v. Grotthuß scheint die physikalische Erklärung dieses Phänomens folgende zu seyn. In dem Augenblicke, daß eine kleine Portion der gepreßten Luft durch das geöffnete Ventil ihre Freyheit erringt, stürzt die übrige in dem Kolben befindliche Luft mit Gewalt in den Raum, den jene vorher einnahm. Es bildet sich also nahe bey der Oeffnung eine Schlucht, in welcher die Lufttheilchen vermöge ihrer vollkommenen Elasticität und ihres allgemeinen Bestrebens durch jene Oeffnung hindurch zu dringen, auf einen Augenblick noch mehr comprimiret werden, als sie es vorher schon waren. Diese augenblickliche Compression giebt um so mehr zur Entwickelung des Wärmestoffs Gelegenheit, je begieriger dieser im Moment seines Freywerdens von denjenigen Luftpartikeln absorbiret wird, die wirklich aus dem Kolben herausfahren, und also dadurch einen gewissen Grad der Expansion erreichen können, unter welchem sie Wärme, über welchem hinaus sie hingegen Kälte erzeugen müssen. Das erstere findet in dem Versuche mit der Windbüchse statt, wo die plötzlich expandirte Luft von der Atmosphäre und von den Wänden des Windbüchsenlaufs einen so heftigen Widerstand erduldet, daß sie gewaltsam comprimirt, und der Wärmestoff daraus in Feuergestalt herausgetrieben wird. Die Compression ist hier also nur Folge der Expansion und Resistenz, die beyde zugleich und schnell wirken, und dadurch das Feuer veranlassen. Im Kolben der Windbüchse wird beym Abschießen Kälte erzeuget, die sogar

von Außen einiger Maaßen fühlbar ist, weil die herausschießende Luft einen Theil Wärmestoff mit sich fortreißt. Der Lauf der Windbüchse trägt hauptsächlich zur schnellen Entwickelung des Wärmestoffs bey, indem er nicht allein die Resistenz vermehrt, sondern auch bewirkt, daß die durchschießende Luft die ganze Macht derselben in einem kleinen Bezirke erleidet. Ohne diesen Lauf würde die Expansion den Widerstand der Atmosphäre bey weitem überwiegen.

Wenn man an eine Compressionsmaschine (z. B. an den Kolben einer Windbüchse) einen nicht zu großen metallenen Cylinder, aus dem man zuvor die Luft ausgepumpet hätte, befestigte und die verdichtete Luft durch irgend einen Mechanismus in den leeren, an seiner Basis mit einer dichten Glasscheibe versehenen, Cylinder hineinstürzen ließe, so würde man ohne Zweifel ein helles Licht darinn gewahr werden. Vermuthlich könnte man mit diesem Instrumente nicht allein die Wassersynthese, sondern auch noch andere interressante Versuche anstellen.

Daß durch Expansion der Luft wirklich eben so gut wie durch Compression, Licht entwickelt werde, wurde von dem Hrn. Dessaignes *) durch einen andern, mit der Windbüchse, ähnlichen Versuch, aufs vollkommenste erwiesen. Es wurde nämlich ein zum Zersprengen einer Blase bestimmter Glascylinder, wie er sich unter den Apparaten der Luftpumpe zu finden pflegt, mit nasser Blase straff überbunden, und nach völligem Trocknen der Blase die Luft aus ihm mittelst einer Luftpumpe im Dunkeln ausgepumpt. In dem Augenblicke, als der Druck der äußern Luft die Blase zersprengt, erhellet ein sehr lebhafter Bliz das ganze Innere des Cylinders. Das Licht ist weiß und stark, wie das, welches im Volta'schen Eudiometer entsteht, wenn Sauerstoff- und Wasserstoffgas mit einander detonirt werden; doch ist

*) Journal de physique Octob. 1813. übers. in Gilbert's Annalen der Phys. B. XLIX. S. 310. ff.

es in seiner Dicke beschränkt, und es verlängert sich bis an den Boden des Gefäßes. Herr Dessaignes vergleicht dieses Licht mit den Feuerstrahlen, welche bey Gewittern die Wolken durchfahren. Zerspringt die Blase, ehe die Luft recht weit verdünnt ist, so sieht man nur ein schwaches röthliches Licht, und dies blos am Boden des Gefäßes. Je mehr die Luft im Augenblicke, wenn die Blase zerspringt, verdünnt ist, in desto größerer und stärkerer Menge erscheint das Licht. Zerreißt die Blase an zwey Stellen zugleich, so sieht man zwey Lichtstrahlen, außerdem nur einen. Zuletzt frägt Herr Dessaignes, sollten nicht die Blitze, welche im Gewitter den Donner vorhergehn, auf dieselbe Weise entstehn?

Filtriren (Zus. zu S. 449. Th. VI.). Die hier gerühmte Filtrirmaschine der Bürger Schith, Cuchet und Montfort in Paris, welche der vormalige Herr Prof. Hildebrandt in Erlangen unmittelbar aus Paris erhalten hatte, wurde vom letztern zergliedert und auseinander genommen, so daß er dadurch in den Stand gesetzet wurde, eine Beschreibung davon zu liefern. Herr Hildebrandt findet die innere Einrichtung dieser Maschine so trefflich, daß sie eine genaue Beschreibung für alle Physiker verdienet. Indessen war zur genauen Untersuchung dieser Filtrirmaschine eine Commission festgesetzet worden, um ihre gepriesene Wirkung in ein helles Licht zu stellen. Diese Commission urtheilet darüber also:

1. Man könne auf die Analyse des Wassers, welches beym ersten Versuche, den die Urheber vorzeigten, aufgefangen werde, nicht fußen.

2. Daß diese Filtrirmaschine, so sinnreich auch ihr Mechanismus sey, doch wegen der Schwämme, die sich darin befinden, und die eine schwierige Wiedererneuerung erforderten, und selbst wegen ihres hohen Preises nur von eingeschränktem und kostspieligem Gebrauche sey;

3. Daß die Fäulniß benehmende Kraft der Kohle in der gewöhnlichen Temperatur der Atmosphäre so ein-

geschränkt sey, daß sie in den interessantesten Fällen fehlschlagen würde, und daß sie durch ihre geringe Wirkung selbst schädlich werden könne, weil sie Veranlassung werden dürfte, Wasser zu trinken, welches noch einen Keim zur Fäulniß in sich schließe.

Auch zu Versailles wurde zur Untersuchung dieser Filtrirmaschine von höchster Kraft eine besondere Commission niedergesetzet, welche ein ähnliches Urtheil darüber fällt.

M. s. Annales de Chimie. T. LI. p. 36. Gilbert's Annalen der Physik. B. XXI. S. 179. ff. S. 185. ff.

Fixsterne (Zus. zu S. 450. Th. 6.). In den neuern Zeiten hat man durch vielfältige Beobachtungen die wichtige Entdeckung gemacht, daß mehrere Doppelsterne ihre Stellung langsam gegen einander verändern, und entweder der kleine um den größern sich beweget, oder beyde zugleich um ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt sich drehen. Ueberhaupt scheint die längst bekannte Vermuthung, daß überhaupt alle Fixsterne um einen gemeinschaftlichen Punkt, den so genannten Schwerpunkt, sich langsam fortbewegen, durch die neuern Beobachtungen immer mehr Bestätigung zu erhalten.

M. s. Bode's astronomische Jahrbücher. Jahrg. 1815. 17. 19. 24. 25.

Flamme (Zus. zu S. 507. Th. II.). Ueber die Natur der Flamme und der Verbrennungserscheinungen überhaupt haben in den neuern Zeiten die sinnreichen und schönen Versuche der Herrn Humphrey Davy und Theod. v. Grotthuß ein besonderes und vorzügliches Licht verbreitet. Nach Herrn Davy's Versuchen ist die Flamme nichts anders, als ein anhaltendes Verbrennen von explosiven Mengungen. Es entstand aber hieraus die Frage: wie unter verschiedenen Umständen das Verbrennen von explosiven Mengungen so sehr verschiedene Erscheinungen erzeugen könne? Es hatte nämlich Herr Davy bemerkt, daß die Flamme

der brennbaren Körper unter gewissen Umständen die so leicht explodirende Mischung von Steinkohlengas und atmosphärischer Luft, in welcher sie sich befindet, nicht entzündet, und dabey blaß und schwach ist, dagegen aber das Steinkohlengas, welches als ein Strom in atmosphärische Luft eindringt, mit einer äußerst glänzenden Flamme brennt. Eine sehr große Menge von Versuchen leitete ihn auf den Gedanken, die Ursache, daß ein Strom von Steinkohlengas ein viel stärkeres Licht gebe, möge darinn liegen, daß ein Theil dieses Gases nach dem Innern der Flamme zu, wo sich die atmosphärische Luft in kleinster Menge befindet, zersetzet werde und Kohlenstoff in fester Gestalt absetze, welcher erst durch sein Glühen und dann durch sein Verbrennen die Intensität des Lichtes in hohem Grade verstärke. Sehr wenige Versuche überzeugten ihn von der Richtigkeit dieses Gedankens.

Er hielt ein Stück vom feinen Drathgewebe, welches etwa 900 Oeffnungen auf 1 Quadratzoll enthält, über einen Strom von Steinkohlengas, welcher aus einer kleinen Röhre hervordrang, so daß das Gewebe fast die Oeffnung der Röhre berührte, und entzündete das Gas über demselben; das Gas brannte mit dem gewöhnlichen glänzenden Lichte. Hob er aber nun das Drathgewebe etwas höher, so daß sich das Gas mit mehrer atmosphärischer Luft vermengte, bevor es verbrannte, so wurde das Licht schwächer, und bey einer gewissen Entfernung des Drahtgewebes von der Röhre nahm es genau den Charakter der Flamme einer explosiven Mischung an, welche innerhalb seiner Sicherungs-Lampe brennt. M. s. den Art. Sicherungs-Lampe. Unerachtet der Schwäche des Lichtes war aber doch in diesem letztern Falle die Hitze größer, als wenn das Licht weit mehr glänzte, und ein Stück Platindraht, das er in diese schwache blaue Flamme hielt, wurde im Augenblicke weißglühend.

Nachdem er das Drathgewebe allmählig von der Spitze der Flamme nach der Oeffnung der Röhre herabbewegte, so fand sich, daß die Spitze der Flamme keinen festen Kohlenstoff an dem Drathgewebe absetzte; daß dieser sich aber, wenn das Gewebe tiefer herabgebracht wurde, an demselben in bedeutender Menge einfand, und durch die kühlende Einwirkung des Drathgewebes verhindert wurde zu verbrennen; und daß endlich zu unterst in der Flamme, wo sie in unmittelbarer Berührung mit der Atmosphäre blau brannte, der Kohlenstoff aufhörte, in sichtbarer Menge abgesetzt zu werden.

Dies Princip, daß die Flamme an Glanz und Lichtstärke durch das Erzeugen und Glühen einer festen Materie zunimmt, scheint nach Herrn Davy mehrere Anwendungen zuzulassen. Nach seinen vorläufigen Untersuchungen glaube er, folgende Ansichten daraus abzuleiten.

1. dies Princip erkläre sogleich die Erscheinungen der verschiedenen Theile der Flamme brennender Körper, und einer durch ein Löthrohr angeblasenen Flamme. An der Spitze der innern blauen Flamme sey die Hitze am größten; sie sey die Stelle, wo aller Kohlenstoff in seinen gasartigen Verbindungen verbrenne, ohne daß er zuvor abgesetzet werde.

2. das Princip erkläre ferner die Intensität des Lichtes derjenigen Flammen, in welchen eine feuerbeständige feste Materie während des Verbrennens entstehe, wie z. B. der Flamme von Phosphor, Zink u. s. f. beym Brennen im Sauerstoffgas, und von Kalium, das in Chlorim brenne; und umgekehrt die Lichtschwäche derjenigen Flammen, in welchen allein gasartige und flüchtige Materien erzeuget werden, wie z. B. der Flamme des Wasserstoffgases und des Schwefels beym Brennen in Sauerstoffgas, des Phosphors beym Brennen in Chlorim u. s. w.

3. Gebe uns dies Princip ein Mittel an die Hand, das Licht gewisser Brennmaterialien zu verstärken, da-

durch, daß man in ihre Flammen unverbrennliche Substanz bringe. So z. B. werde die Intensität des Lichtes von brennendem Schwefel, Wasserstoff, Kohlenstofforyd u. s. w. bewundernswürdig verstärkt, wenn man Zinkoxyd hineinwerfe, oder sehr feinen Amianth oder feines Drathgewebe in sie hinein halte.

4. Lasse sich mittelst dieses Princips manches über die chemische Natur von Körpern und über die Erscheinungen beym Zersetzen derselben folgern. So z. B. scheine die Flamme, mit welcher der Aether brenne, die Anwesenheit von öhlbildendem Gase in derselben anzuzeigen. Alkohol dagegen brenne mit einer Flamme, welche der einer Mischung aus Kohlenstofforyd und Wasserstoff gleiche; so daß wahrscheinlich der Aether eine chemische Verbindung von öhlbildendem Gas mit Wasser und Alkohol eine Verbindung von Kohlenstofforyd mit Wasserstoff sey.

Daß die Farbe der Flamme durch einige zusammengesetzte unverbrennliche Körper, die man in sie versetze, verändert werde, rühre wahrscheinlich daher, daß aus denselben eine verbrennliche Materie ausgeschieden werde, welche glühe und verbrenne. So z. B. beruhe das rosenrothe Licht, welches die Strontium- und Calcium-Verbindung der Flamme geben, die gelbe Farbe, welche sie von den Barium-Verbindungen annehme, und die grüne Farbe, die ihr die Beron-Verbindungen ertheilen, auf Darstellung dieser Basen für kurze Zeit durch die verbrennliche Materie der Flamme.

Wenn eine Flamme ausgezeichnet glänzend und dicht sey, so lasse sich immer schließen, daß in ihr irgend eine feste Materie erzeuget werde, und umgekehrt, wenn eine Flamme ausnehmend lichtschwach und durchsichtig sey, daß sich in ihr keine feste Materie abscheide. So brenne keine der flüchtigen Schwefel-Verbindungen mit einer auch nur im kleinsten Grade undurchsichtigen Flamme, und wir hätten daher keinen Grund, nach

der Erscheinung der Flamme derselben, daß es irgend eine fixe Basis des Schwefels gebe, zu vermuthen.

5. Diese Ansichten dürften uns auch zu Aufschlüssen über das elektrische Licht führen. Die Flammen, welche beym Schließen des großen becherartigen Trogapparats der Royal Institution in dem Schließungskreise erscheinen, seyn an Farbe und Lichtstärke nach Verschiedenheit der Körper im Schließungskreise sehr verschieden; und Kohle gebe hier eine unendlich glänzendere und dichtere Flamme, als jeder andere Körper. Sollte das nicht davon herrühren, daß die elektrischen Anziehungen Theilchen von diesen Körpern trennten, und daß dieses bey der Kohle in größter Menge geschehe, weil die Kohle unter allen festen Körpern die leichtesten und zugleich am wenigsten cohärenten Theilchen besitze?

6. Die Hitze der Flammen lasse sich in der Wirklichkeit dadurch vermindern, daß man das Licht der Flamme verstärke, und umgekehrt. Von allen von ihm untersuchten Flammen durch Verbrennen gebe die stärkste Hitze eine Mischung von Sauerstoffgas mit Wasserstoffgas in geringem Uebermaaße, verdichtet in Neumann's Gebläse, und entzündet vor einer Röhre mit sehr enger Oeffnung. Diese Flamme sey am hellen Tageslichte nur sehr schwer zu bemerken, und doch schmelze sie augenblicklich sehr schwer schmelzbare Körper. und das Licht fester Körper, welche in ihr glühen, sey so lebhaft, daß es dem Auge wehe thue.

Der Herr Theod. v. Grotthuß hatte bereits mehrere Versuche angestellet, um alle diejenigen Umstände genau aufzufinden, unter welchen die Flamme der verbrennlichen Körper erfolgen kann, und zugleich die Ursachen zu erforschen, welche die daher rührenden Erscheinungen erklären *). Auch hatte er mehrere von seinen

*) Schweigger's Journal. B. III. IV. Gehlen's Journal für Phys. Chem. und Min. B. IX. H. 2.

ersten Angaben nachher berichtiget *), ehe Sir Hum. Davy seine Untersuchungen über die Flamme bekannt machte. Herr Davy erwähnet auch die neuern Bemühungen des Herrn v. Grotthuß über diesen Gegenstand, und bemerket blos, daß er ganz andere Resultate erhalten, und aus denselben ganz andere Schlüsse gezogen habe, als dieser scharfsinnige Gelehrte. Der Herr v. Grotthuß erkennet die Berichtigungen da wo sie wirklich statt finden, mit dem größten Danke, bemerket dabey aber sehr bescheiden, daß Herr Davy auf seine von ihm selbst gelieferten Berichtigungen seiner ersten Arbeiten keine Rücksicht genommen habe, daß er ihm wahrscheinlich durch einen Irrthum verleitet, Behauptungen andichte, die er nie geäußert, und daß er einige von ihm früher beobachtete Erscheinungen so darstelle, als wären es seine eigenen ganz neuen Entdeckungen. Es sind daher vorzüglich diese beyden Gelehrten, welche von der Natur der Flamme ganz neue Ansichten und Thatsachen aufgestellet haben, die selbst in der Anwendung von außerordentlichem Nutzen sind. Ohne Zweifel wird es also auch der Mühe werth seyn, von allen diesen eine anschauliche Darstellung zu geben.

Die Herrn v. Grotthuß und Davy suchten vor allen Dingen den Einfluß der Verdünnung der Luft auf die Flamme und das Explodiren genauer zu bestimmen, als dies bisher bekannt war. Man wußte zwar, daß die Flamme brennender Körper in sehr verdünnter Luft erlischt; allein der Grad der Verdünnung bey welchem dies erfolgt, war unbekannt. Der Herr v. Grotthuß war nun der erste, der darüber einige Versuche anstellte. Er führet an, daß eine Mengung von Sauerstoffgas und Wasserstoffgas nicht mehr durch den elektrischen Funken zum Explodiren gebracht werden könne, wenn es um das 16fache verdünnt sey, und eine Mengung von Chlo-

*) Gilbert's Annalen. B. XXXIII. S. 212. ff. Schweigger's Journal B. III und IV.

rim und Waſſerſtoffgas könne nicht mehr explodiren, wenn die Verdünnung auch nur bis zum 6fachen getrieben worden ſey. Ueberhaupt war er der Meynung, daß die Wirkung der Verdünnung im Allgemeinen dieſelbe ſey, die Verdünnung möge durch Hitze oder durch Entfernung des Drucks der Atmoſphäre bewirkt werden.

Sir Hump-Davy hat jedoch hierüber umſtändlichere und genauere Verſuche angeſtellet, und den Grad der Luftverdünnung beſtimmt, unter welchem keine Flamme der entzündbaren Körper mehr möglich iſt.

Er brachte Waſſerſtoffgas, das ſich langſam entwickelte und an der engen Mündung einer Glasröhre, aus welcher es ausſtrömte, entzündet war, unter den Recipienten einer Luftpumpe, welcher 200 bis 300° Cubikzoll Luft in ſich faßte. Bis zu $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{5}$ der Verdünnung der Luft vergrößerte ſich die Flamme, nahm aber bey fortgeſetzter Verdünnung wieder ab, und erlöſchte nicht eher, als bis die Luftverdünnung bis auf $\frac{1}{7}$ oder $\frac{1}{8}$ des Luftdrucks getrieben war. Bey einem andern Verſuche mit demſelben Apparate, aber mit einer größern Flamme erlöſchte dieſelbe erſt zu ſeiner großen Verwunderung, als die Luft nur noch $\frac{1}{10}$ ihrer anfänglichen Dichtigkeit hatte. Er ſchloß hieraus, daß die Flamme im erſten Falle nicht wegen Mangel an Sauerſtoffgas erloſchen ſey. Bey dem letztern Verſuche mit der größern Flamme wurde das Ende der Glasröhre weißglühend, und es war noch rothglühend, als die Flamme erlöſchte. Er fiel daher ſogleich darauf, die von der Glasröhre dem Gas mitgetheilte Hitze ſey die Urſache, warum im letztern Falle das Verbrennen längere Zeit dauerte. Folgende Verſuche beſtätigten dieſe Vermuthung. Er brachte an dem Ende der Röhre einen ſpiralförmig gewundenen Platindraht ſo an, daß er ſich in dem Umfang der Flamme und über derſelben befand, wenn ſie dieſelbe Höhe, wie im erſten Verſuche hatte. Nun pumpte er die Luft um ſie fort. Der Platindraht erhitzte ſich bald im Mittelpunkt der Flamme bis zum Weißglühen, und nahe an

der Spitze der Flamme schmelzte ein kleines Ende derselben. Er blieb weißglühend, bis der Luftdruck bis zu $\frac{1}{7}$ herabgebracht war, und fuhr fort im obern Theile rothglühend zu seyn unter einem Druck, der nur $\frac{1}{10}$ und weniger des anfänglichen Luftdrucks betrug; und während der ganzen Zeit, daß er dunkelroth glühete, brannte das Gas in der Stelle fort, wo es den Draht berührte, ob es gleich tiefer herab verlöscht war. Erst bey $\frac{1}{13}$ der Verdünnung des Luftdrucks hörte alles Verbrennen auf. Es scheint also die Flamme des Wasserstoffgas in verdünnten Atmosphären nicht eher zu erlöschen, als bis die Hitze, welche sie erzeugt, nicht mehr hinreicht, das Verbrennen zu unterhalten. Dies scheint aber dann der Fall zu seyn, wenn sie Metall nicht mehr zum sichtbaren Glühen bringen kann. Nun ist aber dieses bekanntlich die Temperatur, welche erfordert wird, um Wasserstoffgas unter dem gewöhnlichen Luftdrucke zu entzünden. Es scheint daher, daß die Verbrennlichkeit des Wasserstoffgases durch eine Verdünnung, welche von Verminderung des Drucks herrührt, weder vermindert noch vermehrt wird.

Wenn diese Ansicht auch für die übrigen verbrennlichen Körper gilt, so schließt Herr Davy, müssen erstens die, welche zu ihrem Verbrennen weniger Hitze als andere erfordern, in noch dünnerer Luft als diese fortbrennen; und müssen zweytens unter übrigens gleichen Umständen die, welche beym Verbrennen sehr viel Hitze erzeugen, in einer dünnern Luft noch brennen, als die, welche nur wenig Hitze hergeben. Alle Versuche, welche Herr Davy angestellet hat, stimmen mit diesen beyden Folgerungen überein.

Das ölbildende Gas steht dem Wasserstoffgas in der Hitze, welche es beym Verbrennen giebt, am nächsten, und es bedarf, um sich zu entzünden, keiner viel höhern Temperatur als dieses.

Alkohol und Wachs bedürfen mehr Hitze, um ihre verbrennliche Materie zu verflüchtigen und zu zersetzen. Sie verlöschten schon, ohne Platindraht, als der

Druck der Luft bis auf $\frac{1}{5}$ oder $\frac{1}{6}$, und mit einem mitten in der Flamme befindlichen Platindraht, als er auf $\frac{1}{7}$ oder $\frac{1}{8}$ des Drucks der Atmosphäre herabgekommen war.

Eben so verlöschten Kohlenwasserstoffgas bey einer vierfachen, Schwefelwasserstoffgas bey einer siebenfachen, und Kohlenoxydgas bey einer fünffachen Verdünnung der gewöhnlichen atmosphärischen Luft. Dagegen erlosch der Schwefel erst bey einer 20fachen und der Phosphor bey einer 60fachen Verdünnung. Phosphorwasserstoffgas gab noch einen leuchtenden Blitz selbst in der äußersten Leere, die sich nach einer sehr schönen Luftpumpe nach Nairne's Bauart hervorbringen ließ.

Der Kampher, welcher in einer Glasröhre brannte, machte den obern Theil derselben rothglühend, und war unter diesen Umständen in der neunfach verdünnten Luft noch nicht erloschen. In einer dicken Metallröhre dagegen, welche sich beym Brennen des Kamphers nicht sehr erwärmt, brannte derselbe höchstens bis zu einer sechsfachen Verdünnung der Luft. Es bestätigte sich daher der Schluß des Herrn Davy, daß sich die Entzündbarkeit bey Verdünnung der Luft weiter hinaus bringen läßt, wenn man die Hitze in der verdünnten Luft unterhält, und das Gasgemenge erhitzt.

Als Davy etwas Naphtha mit rothglühendem Eisen in einer bis auf $\frac{1}{30}$ verdünnten Luft in Berührung brachte, erschien ein schwaches hüpfendes Flämmchen; indeß ohne äußere Erhitzung die Flamme der Naphtha erlosch, so bald die Luft bis auf $\frac{1}{5}$ verdünnt war.

Wasserstoffgas und Sauerstoffgas in dem Verhältnisse, worinn sie Wasser bilden, mit einander vermengt, detoniren nicht mehr durch elektrische Funken, wenn sie bis auf $\frac{1}{18}$ des Drucks der Atmosphäre verdünnt sind. Chlorim und Wasserstoffgas in dem Verhältnisse, worinn sie Salzsäure bilden, vermischt, geben dagegen bey gleicher Verdünnung noch einen Lichtblitz, und lassen sich

selbst durch den elektrischen Funken noch sichtbar entzünden, wenn sie bis auf $\frac{1}{24}$ des Drucks der Atmosphäre verdünnt sind.

Zur größern Aufhellung dieses wichtigen Gegenstandes stellte Herr Davy mehrere Versuche über die Hitze an, welche einige Gasarten beym Verbrennen hervorbringen. Beym Vergleichen der Hitze, welche Flammen von gleicher Größe den Platindraht mittheilten, ergab sich augenscheinlich, daß beym Verbrennen von Wasserstoffgas und öhlbildendem Gas in Sauerstoffgas, und von Wasserstoffgas in Chlorine eine weit intensivere Hitze entsteht, als die andern gasförmigen Körper beym Verbrennen in Sauerstoffgas hervorbringen. Zur richtigen Schätzung dieser Hitzgrade versah Herr Davy ein Queckſilber-Gasometer mit einem System von Hähnen, das sich in ein starkes Platinrohr mit kleiner Oeffnung endigte. Ueber dieser Oeffnung war ein kupfernes Gefäß mit Baumöhl angebracht, worinn ein Thermometer stand. Vor dem Versuche wurde das Baumöhl bis zum Siedpunkte des Wassers erhitzt (100° C.), wodurch vermieden werden sollte, daß nicht durch Condensirung von Wasserdämpfen irgend eine Verschiedenheit in der Mittheilung der Hitze entstehe. Der Druck im Gasometer war bey allen Gasarten in diesen Versuchen einerley, und jene wurden, so weit es möglich war, in einerley Zeit verzehrt. Die Flammen wirkten beständig auf denselben Punkt des kupfernen Gefäßes, und der Boden desselben wurde nach jedem Versuche sorgfältig abgewischt. Auf diese Art erhielt Davy folgende Resultate:

Das Thermometer von 100° C. stieg

von der Flamme des	öhlbildenden	Gases	auf	132°,2 C.
— — —	Wasserstoffgases		auf	114,4 C.
— — —	Schwefel-Wasserstoffg.		auf	111,1 C.
— — —	Steinkohlengases		auf	113,3 C.
— — —	Kohlenstoffs-Oxyds		auf	103,3 C.

Es waren also bey der Voraussetzung eines vollkommenen Verbrennens die Mengen des verzehrten Sauerstoffgases, die, welche das Wasserstoffgas verzehrte, als Eins angenommen

vom ölbildenden Gas	6	Theile
vom Wasserstoffgas	1	—
vom Schwefel-Wasserstoffgas	5	—
vom Steinkohlengas	4	—
vom Kohlenstoff-Oxyde	1	—

und hieraus ergeben sich folgende Verhältnisse für die Wärme, welche durch das Verbrennen dieser verschiedenenen Gasarten hervorgebracht wird:

Wasserstoffgas	14,444	Theile
Abbildendes Gas	5,57	—
Schwefel-Wasserstoffgas	3,7	—
Kohlenstoff-Oxydgas	3,33	—

Diese Zahlenverhältnisse bestätigten wenigstens die allgemeinen Folgerungen, welche Herr Davy gemacht hatte, und beweisen, daß das Wasserstoffgas an der Spitze, und das Kohlenstoff-Oxydgas am untersten Ende der Stufenleiter steht.

Der Herr v. Grotthuß hatte aus einer Menge von Versuchen mit Gasgemengen, die er über die Wirkungen der Verdünnung durch die Wärme auf das Verbrennen derselben angestellet, geschlossen, daß die Verdünnung durch Wärme die Verbrennlichkeit des Gasgemenge vermindere. Allein Herr Davy führet mehrere Versuche an, aus welchen die ganz entgegengesetzte Meynung des Hrn v. Grotthuß folget. Herr Davy suchte zuerst durch einige Versuche den Grad der Ausdehnung zu schätzen, welche die höchste Hitze, die man Glasgefäßen beybringen kann, den elastischen Flüssigkeiten mitzutheilen vermag.

In dieser Absicht hatte Davy in eine eingetheilte und umgebogene Glasröhre ein leicht schmelzbares Metall gebracht, und den Theil der Glasröhre, welcher dasselbe und die Luft enthielt, einige Zeitlang in kochendem Wasser

gehalten, und dann den Apparat unter Kohlenfeuer gebracht, und die Hitze allmählig erhöhet, bis das leicht schmelzbare Metall im Dunkeln leuchtend erschien. In diesem Zeitpunkte hält sich die Luft in der Röhre, (den Raum, welchen sie in der Wärme des siedenden Wassers einnahm, Eins gesetzt) bis zum Raume 2,25 ausgedehnt. Nimmt man nun mit Herrn Gay-Lussac an, (M. s. den Artikel Luft) daß die Luft sich immerfort bey gleichen Zunahmen von Wärme um gleich viel ausdehnet, so müßte die Temperatur der Luft, bey welcher das Glas leuchtend wird, 557° der Centesimalskale seyn. Diese an sich unsichere Schätzungsart so hoher Temperaturen durch Ausdehnung der Luft giebt doch wenigstens für das sichtbare Glühen ungefähr denselben Wärmegrad, welchen Newton aus der Erkältungszeit erhitzten Metalls in der Luft gefolgert hat.

Herr Davy hatte nun in eine kleine eingetheilte Glasröhre über gut ausgekochtes Queckſilber eine Mengung von 2 Maas Wasserstoffgas und 1 Maas Sauerstoffgas hineinsteigen lassen, und die Röhre mit einer Weingeistlampe so lange erhitzt, bis der Raum des Gas von 1 auf 2,5 gestiegen war. Dann brachte er mittelst einer andern Weingeistlampe und des Löthrohrs den obern Theil der Röhre zum Rothglühen. In dem Augenblicke erfolgte eine Explosion.

Mit einer solchen Mengung von Wasserstoffgas und Sauerstoffgas füllte ferner Herr Davy eine Blase, und setzte diese mit einer dicken 3 Fuß langen, und ungefähr $\frac{1}{6}$ Zoll weiten Glasröhre in Verbindung, welche so gebogen war, daß sie sich mit einem auf Kohlen geheizten Ofen allmählich erhitzen ließ. An dem Orte, wo die Röhre in den Ofen hinein gieng, standen unter ihr zwey Weingeistlampen. So ließ er das Gasgemenge langsam durch sie hindurchgehen. Bevor noch die Röhre roth glühte, erfolgte eine Explosion.

Aus diesen Versuchen ergab sich, daß die Ausdehnung durch Hitze die Verbrennlichkeit der Gasarten nicht

nur nicht vermindere, ſondern daß ſie im Gegentheil die Gasarten in niedrigern Temperaturen zu explodiren fähig mache.

Der Herr v. Grotthuß hatte beſonders aus folgendem Verſuche die Folge gezogen, daß die durch die Hitze bewirkte Ausdehnung den Gasarten die Fähigkeit zu explodiren benehme: er brachte ein Gemiſch von atmoſphäriſcher Luft und Waſſerſtoffgas über Queckſilber, das er mittelſt Hitze bis zum vierfachen ſeines anfänglichen Raumes ausgedehnet hatte, welches ſodann durch elektriſche Funken nicht mehr entzündet werden konnte. Herr Davy meint, daß ſich in dieſem Verſuche offenbar Queckſilberdampf gebildet habe, welcher, wie jede andere nicht explosive elaſtiſche Flüſſigkeit das Verbrennen verhindert, wenn er bis auf einen gewiſſen Theil des explosiven Gemenges ſteigt. Dagegen bemerket aber der Herr v. Grotthuß, daß in einem ſeiner Verſuche dieſer Art das Queckſilber nie habe zum Sieden kommen können, und verweiſet auf neuere Verſuche, aus welchen gegen Davy's Meynung wirklich hervorgehe, daß bey einem gehörig verminderten Drucke der Atmoſphäre die Entzündlichkeit eines Gaſes durch die mittelſt eines gewiſſen Hitzgrades darum bewirkte Ausdehnung verringert werden könne. Man nehme nämlich eine lange Barometerröhre, welche an ihrem obern Ende mit einem elektriſchen Auslader zum Funkenerzeugen verſehen iſt, fülle ſie mit Queckſilber, ſtürze ſie im Queckſilber um, und laſſe von innen entzündliche Gasgemenge (z. B. Waſſerſtoffgas 1 Maas und atmoſphäriſche Luft 2 Maas) nur ſo viel in die Röhre hineinſteigen, daß es bey dem Grade verminderten atmoſphäriſchen Drucks, unter welchen es in der Röhre ſteht, zwar noch durch elektriſche Funken entflammt werden könne, ſich aber doch ſchon derjenigen Ausdehnungsgränze nähere, bey welcher es unentzündlich zu werden beginnt. Darauf erhitze man die Röhre in dem Theile, wo das Gasgemenge befindlich iſt, von auſſem allmählig, bis daſſelbe bey lothrechter Stellung der Röhre, jene Ausdehnungsgränze nicht nur erreicht, ſondern ſie

auch noch etwas übertrifft, wozu ein geringer Hitzgrad (etwa der des Waſſerſiedens) meiſtens hinreicht. Dabey achte man darauf, daß der Druck der Atmoſphäre derſelbe bleibe. Läßt man nun elektriſche Funken von gleicher Stärke hineinſchlagen, ſo entflammt ſich das Gas nicht. Neigt man aber die Röhre, ſo daß das Gas die vorige Dichtigkeit wieder annimmt, oder läßt man die Röhre erkalten, ohne ihre Stellung zu verändern, ſo wird die Entflammung mittelſt elektriſcher Funken nunmehr nicht ausbleiben. In dieſem Fall, meint Herr v. Grotthuß, iſt die Hitze zu gering, als daß ſich Queckſilberdampf bilden könnte. Auch bleibt die Entflammung nicht aus, wenn man die Röhre, ſo lange ſie noch heiß iſt, gehörig neigt. Es falle alſo die Einwendung, als wenn Queckſilberdampf die Entzündung in dieſem Verſuche hindere, gänzlich weg.

Es habe auch durch Verſuche Herr Davy überzeugend dargethan, daß die Entflammung eines Gaſes:

1. von dem Grade der Temperatur abhange, dem es ausgeſetzt werde. Dem Herrn v. Grotthuß iſt es höchſt wahrſcheinlich, daß dieſe Thatſache auf keinem andern Grunde beruhe, als daß bey der erhöheten Temperatur dieſe Entflammung durch eine Elektricitäts-Erregung zwiſchen den Elementen der Gaſe erfolge, und daß beym Brennen die mit den Gaſen innig verbundenen Elektricitäten + E und — E, ſich zu Licht und Wärme mit einander verbinden. Nicht weniger überzeugend habe aber auch er durch Verſuche erwieſen, welches von Davy beſtätiget worden ſey, daß

2. die Entflammung der Gaſe von ihrer Dichtigkeit abhängig ſey. Je höher die Temperatur ſteige, deſto geringer brauche die Dichtigkeit, und je größer die Dichtigkeit ſey, deſto geringer brauche die Temperatur zu ſeyn, damit die Entflammung erfolge.

Da alſo die erſte Wirkung erhöheter Temperatur Ausdehnung (d. h. Dichtigkeitsverminderung) des Gaſes ſey,

so folge offenbar hieraus, daß diese erste Wirkung der Hitze an und für sich die Entzündlichkeit verringern müsse. Nun entstehe hier aber die Frage: ob die Entzündlichkeitsverringerung, welche von der Ausdehnung herrühre, allemal ergänzt werde durch diejenige Entzündlichkeitsvermehrung, welche mittelst derselben Hitze, gleichsam mit der Ausdehnung, auf eine besondere (Elektricitätserregende) Weise in dem Gase hervorgebracht werde? — oder ob sie vielleicht nicht immer ergänzt, oder auch wohl zuweilen übertroffen werde?

Die Progressionen beyder müßten so lange, als der Widerstand der Atmosphäre wirksam sey, nach ganz verschiedenen Gesetzen fortschreiten. Denn wenn sie nach einem und demselben Gesetze fortschritten, so würden sie sich gegenseitig ergänzen, und wenn sie sich gegenseitig ergänzten, so würde die Entflammung bey keiner Temperatur statt finden können. Die Ausdehnung in der Hitze steige in einem arithmetischen Verhältnisse, wenigstens vom Frostpunkte bis zum Siedepunkte des Wassers. Dagegen scheine diejenige besondere Kraft der Hitze, von der er vermuthe, daß sie in einer Elektricitäts-Erregung bestehe, in einem geometrischen Verhältnisse fortzuschreiten. Denn ihre Wirkung bleibe bey steter Fortschreitung lange aus, und erreiche endlich plötzlich und mit Ungestüm ihr Maximum, die Entflammung, welche jedoch allezeit von einem gewissen Druck der Atmosphäre unterstützt werden müsse. Es lasse sich daher wohl denken, daß, wenn man von einem gewissen Druck der Atmosphäre und einer bestimmten Temperatur ausgehe, und wenn letztere allmählig steige während erstere sich nicht merklich ändere, wohl ein Moment eintreten könne, in welchem die Wirkung der Ausdehnung in dem Gase größer, als die andere (Elektricitätserregende) Wirkung derselben Hitze sey; in welchem Moment das Gas weniger entzündlich seyn müsse. Werde nun aber die Hitze immerfort gesteigert, ohne daß der Druck der

Atmosphäre sich ändere, so müsse endlich wieder die letztere Wirkung die erstere überwiegen.

In diesem Sinne habe Herr Davy seine Ansicht, daß die Ausdehnung durch Hitze, unter den eben angeführten Bedingungen, die Entzündlichkeit eines Gases, mittelst elektrischer Funken von bestimmter Intensität verringern könne, nicht widerlegt. Die meisten seiner Versuche, besonders die, welche er mit Sauerstoffgas und brennbaren Gasen bey dem gewöhnlichen Druck der Atmosphäre angestellet habe, lieferten durchaus keinen überzeugenden Gegenbeweis.

Herr Davy hatte indessen einen Versuch mit dem brennbaren Gas der Steinkohlen angestellt, welcher zu beweisen schien, daß bey einem sehr hohen Grade der Verdünnung eine Entflammung statt haben könne. Davy füllte nämlich eine mit einem Haarröhrchen versehene Blase mit 1 Theile Steinkohlengas und 8 Theilen atmosphärischer Luft, erhitzte das Röhrchen so stark, daß es zu schmelzen anfieng, und trieb dann das Gasgemisch langsam durch das Röhrchen und durch die Flamme einer Weingeistlampe hindurch. Das Gas entzündete sich, brannte jenseits der Flamme mit dem ihm eigenen explosiven Lichte, und fuhr fort mit Lebhaftigkeit zu brennen, als die Lampe weggenommen wurde, obgleich das Ende des Röhrchens weißglühend und mithin das Gasgemisch ausnehmend ausgedehnt seyn mußte. Allein der Herr v. Grotthuß erwiedert dagegen, daß beym Durchtreiben durch das Haarröhrchen das Gas wieder comprimirt werden konnte, und daß überhaupt in Betreff der Unentzündlichkeit der hohe Hitzgrad der Flamme nicht im Verhältniß mit der vorhergegangenen allmähligen Ausdehnung mittelst Wärme und mit dem atmosphärischen Druck gestanden habe. Herr Davy würde ein entscheidenderes Resultat erhalten haben, wenn er dasselbe explosive Gemenge, welches sich bey dem gewöhnlichen Druck und der gewöhnlichen Temperatur durch elektrische Funken entflammen lasse, in eine

Glasröhre gesperrt, und es durch von außen angebrachte Hitze ausgedehnt hätte. Es frage sich alsdenn, ob, wenn die Ausdehnung durch Hitze einen gewissen Grad erreichet habe, wohl noch, selbst bey dem gewöhnlichen Druck der Atmosphäre, gleich stark elektrische Funken die Entflammung vermitteln könnten? Er zweifle sehr, daß das bey diesem an sich schon wenig entzündlichem Gas alsdenn noch statt finden könne.

Wenn überhaupt die Ausdehnung eines entzündlichen Gasgemenges, welche es in der Hitze erleidet, verhindert, oder, welches dasselbe sey, wenn die Resistenz der Atmosphäre vermehret werde, so werde die Entzündlichkeit desselben erhöhet, und umgekehrt. Es sey und bleibe also, Troß den Behauptungen des Herrn Davy, unwidersprechlich wahr, daß die freye Ausdehnung, welche brennfähige Gasgemenge in der Hitze erleiden, an und für sich ihre Entzündlichkeit verringere. Wohl aber könne diese erste Entzündlichkeits-verringernde Wirkung der Hitze (die sichtbare Ausdehnung), wenn der Druck der Atmosphäre, (oder die Resistenz, welche sich der Ausdehnung entgegen stemmt) sich nicht ändert, oder doch wenigstens nicht geringer wird, bey immer steigender Temperatur, endlich durch diejenige nachfolgende Wirkung der Hitze besieget werden, die auf eine besondere (Elektricität-erregende) Weise die Verbrennung vermittle.

Herr Davy habe in der That nur allein die leztere Wirkung der Hitze wahrgenommen, und (wiewohl sie von niemandem bestritten worden sey) viele Versuche angestellet, um ihre Existenz zu erweisen. Die erstere Wirkung, die mittelst der Ausdehnung die Entzündlichkeit verringernde, gestatte er nicht, und konnte sie auch nicht in seinen Versuchen beobachten, auf die Art, wie er sie angestellet habe, nämlich bey dem gewöhnlichen Druck der Atmosphäre und mit sehr hohen Hitzgraden (Flammen). Es gebe aber gewisse Phänomene in der Natur, die man nur dann wahrnehmen könne, wenn man ein gewisses Verhältniß der zu ihrer Hervorbringung erfor-

derlichen Kräfte genau ausmittele, und die Kräfte in diesem Verhältnisse anwende, indeß sie in einem zu hohen oder zu schwachen Grade genommen, jene Phänomene nicht zu erzeugen vermöchten.

Endlich bemerket Herr v. Grotthuß noch, daß aus allen so wohl von Herrn Davy als auch von ihm angestellten Versuchen und daraus gemachten Folgerungen folgendes summarisch sich ableiten lasse:

1. Daß die Hitze auf eine doppelte Art auf die Entzündlichkeit der Gasgemenge wirke: nämlich zuerst, daß sie mittelst der freyen Ausdehnung, wenn diese in den erhitzten Gasen statt finden könne, die Entzündlichkeit derselben vermindere, und dann zweytens, daß sie auf eine besondere Weise ihre Entzündlichkeit erhöhe, es möge dies nun durch Expansion und Compression, oder durch Elektricitäts-Erregung, oder durch einen Conflict von allen diesen Kräften geschehen.

2. Daß die Progressionen dieser beyden Wirkungen, wenn nämlich die Gase von der Atmosphäre gedrückt werden, nach ganz verschiedenen Gesetzen fortschritten, indem die eine ein arithmetisches, die andere ein geometrisches Verhältniß zu beobachten scheine; so daß es bey steigender oder abnehmender Hitze Momente geben müsse, wo die eine Wirkung die andere überwiege.

3. Daß die Entzündlichkeit der Gasarten dadurch erhöhet werde, daß man ihrer Ausdehnung in der Hitze Hindernisse entgegenstellet, und umgekehrt.

4. Daß die immerfort gesteigerte Hitze die Entzündung der Gase nicht zu Stande bringen würde, wenn es nicht Hindernisse gäbe, die sich der vollkommen freyen Ausdehnung entgegenstemmten.

5. Daß die Entflammung der Gase (abgesehen von der chemischen Verwandtschaft) als das Resultat der Summe zweyer positiven und einer negativen Kraft anzusehen sey, nämlich der besondern, die Verbrennung

vermittelnden Kraft der Hitze, plus der des Widerstandes, welcher sich der Ausdehnung entgegenstemmt, minus der der Ausdehnung selbst.

6. Daß in einem verdünnten Gasgemenge, welches durch Glühehitze sich nicht mehr entflammen lasse, elektrische Funken deshalb die Entflammung noch vermitteln könnten, weil ihre Wirkung plötzlich erfolge, und nicht alle Gastheilchen Zeit hätten, sich auszudehnen.

7. Daß, wenn der Druck der Atmosphäre allmählig bis ins Unendliche anwüchse, alle verbrennlichen Gase nach dem Grade ihrer Verbrennlichkeit eins nach dem andern, selbst bey der gewöhnlichen Temperatur verbrennen würden; daß sich aber auch Temperaturen denken ließen, bey welchen sie, trotz eines ungeheuren gegebenen atmosphärischen Drucks noch als brennbare Körper bestehen könnten.

8. Daß die Entzündlichkeit der Gase, unter übrigens gleichen Umständen, nicht blos von der Größe des Raums (Dichtigkeits-Verminderung) abhänge, in welchem sie sich diffundirt befänden, sondern auch von der eigenthümlichen Natur dieses Raumes. So z. B. könne der mit kohlensaurem Gas gefüllte Raum kleiner seyn, als der leere oder der mit Wasserstoffgas gefüllte, wenn einem entzündlichen Gasgemenge durch Diffusion in diese Räume seine Entzündlichkeit geraubt werden solle.

Herr Davy hatte bey einem seiner Explosions-Versuche mit Gemengen von Sauerstoffgas und Wasserstoffgas, welche er durch erhitzte Röhren steigen ließ, bemerkt, daß im Anfange, als die Hitze noch tief unter der des Rothglühens war, sich Wasserdampf ohne alles Verbrennen zu bilden schien. Es bemerket zwar ebenfalls der Herr v. Grotthuß, daß er schon vor mehreren Jahren die stille Wassersyntheſis gefunden habe. Er fand nämlich in einer über Queckſilber umgestürzten Röhre, die er zur Hälfte mit zwey Theilen atmosphärischer Luft und einem Theile Wasserstoffgas gefüllt hatte,

und auf die er die Flamme der Schmelzlampe bis zum Glühendwerden spielen ließ, nach dem völligen Erkalten das Queckſilber höher ſtehen als vor dem Verſuche *) Herr Davy hat aber doch auf eine beſtimmtere Weiſe dargethan, unter welchen Umſtänden eine ſolche langſame Waſſerſyntheſis ohne Verbrennen ſtatt finde. Er ſuchte ſolche Gasgemenge über fließendem leicht ſchmelzbarem Metall zu erhitzen, und fand dabey, daß, wenn man ſorgfältig eine Wärme unterhält, welche zwiſchen der des Siedpunktes des Queckſilbers und der größten Hitze liegt, die ſich dem Glaſe geben läßt ohne daß es im Dunkeln leuchtend wird, die Verbindung der beyden Gaſe in der That langſam und ohne Lichtentbindung vor ſich geht. Die erſte dieſer Temperaturen reichte dazu aber nicht hin. Auf 100° der Centeſimalſkale bezogen, ſchien der gebildete Dampf an Raum dem anfänglichen der Gasarten gleich zu ſeyn. Davy ſchließt daraus, daß in Verſuchen dieſer Art die erſte Wirkung in einer Ausdehnung beſteht, worauf eine Condenſation und dann die Herſtellung des anfänglichen Raums folge. Erhöhe man, während dieſe Veränderung vor ſich gehe, die Hitze ſchnell bis zum Rothglühen, ſo bleibe eine Exploſion nicht aus.

Herrn Davy iſt es wahrſcheinlich, daß das langſame Verbrennen ohne Entflammen, welches man ſchon ſeit geraumer Zeit zwiſchen Waſſerſtoff und Chlorine, und zwiſchen Sauerſtoff und den Metallen beobachtet habe, in gewiſſen Temperaturen faſt zwiſchen allen Körpern ſtatt finde, die ſich durch Einwirkung der Hitze mit einander verbinden. Er ſtellte hierüber Verſuche mit der Kohle an, und fand, daß ſie ſich in einer Temperatur, welche ein wenig höher als der Siedpunkt des Queckſilbers zu liegen ſchien, ſehr ſchnell in Kohlenſäure verwandelte, ohne daß dabey Licht erſchien; und daß in der dunkeln Rothglühehitze die Beſtandtheile des öhlbildenden

*) Gilbert's Annalen B. XXXII. S. 225. Schweigger's Journ. B. IV. S. 257.

Gases sich mit Sauerstoff auf eine ähnliche Weise langsam und ohne Explosion verbinden.

Wenn in explosiven Gasgemengen eine Vereinigung unter Explodiren vorgeht, so ist nach Davy's Meinung die Ursache nicht, wie mehrere geglaubet haben, in der Verdichtung zu suchen, welche ein Theil derselben beym plötzlichen Expandiren eines andern Theils durch Hitze oder den elektrischen Funken erleidet. Er konnte nämlich unter mehreren andern Versuchen ein Gasgemenge aus Sauerstoffgas und Phosphor-Wasserstoffgas mittelst einer Compressionspumpe über Queckſilber so stark verdichten, daß es nur noch $\frac{1}{5}$ seines anfänglichen Raums einnahm, ohne daß eine Detonation oder irgend eine chemische Veränderung darin vorging; denn als er es nach einem solchen Verdichten zu seinem anfänglichen Raume hatte zurückkommen lassen, und demselben eine Weingeistlampe näherte, explodirte es im Augenblicke.

Es scheine daher, daß der Wärmestoff, den der Gasarten beym Comprimiren frey lassen, die wahre Ursache des durch die Compression bewirkten Verbrennens derselben sey, und daß bey gewissen Erhöhungen der Temperatur in verdünnten sowohl als in verdichteten Atmosphären Explosion oder Verbrennung Statt finde.

Hiernächst untersuchte Herr Davy, welchen Einfluß die Vermengungen der verschiedenen Gasarten unter einander auf die Erscheinungen des Verbrennens und Explodirens haben. Er hatte bemerket, daß das kohlensaure Gas ein größeres Vermögen besitze, die Entzündlichkeit zu vernichten, im Vergleich mit diesem Vermögen des Stickgases und Wasserstoffgases, und vermuthet, daß diese Eigenschaft seiner größern Dichtigkeit und Wärmecapacität zuzuschreiben sey, wodurch es einen größern erkaltenden Einfluß auf das Gasgemenge als das Stickgas äußere. Zu dieser Absicht stellte er eine Reihe von Versuchen an, wozu ihm gleiche Mengen eines Gemisches aus 2 Maas Wasserstoffgas und 1 Maas Sauerstoffgas diente. Diesen mengte er in verschiedenen Verhältnissen andere

elastische Flüssigkeiten bey, und suchte auf solche Art dasjenige Verhältniß aufzufinden, bey welchem ein starker elektrischer Funke aus einer Leidner Flasche nicht mehr vermochte, eine Detonation in dieser Vermengung hervorzubringen. So fand er, daß 1 Theil jenes Gasgemisches bey folgenden Beymengungen

	verhindert wurde zu detoniren	noch detonirte
Wasserstoffgas	8 Theile ungefähr	6 Theile
Sauerstoffgas	9 — —	7 —
Oxydirtes Stickgas	11 — —	10 —
Kohlen-Wasserstoffgas	1 — —	¾ —
Oehlbildendes Gas	½ — —	⅓ —
Schwefel-Wasserstoffgas	2 — —	1½ —
Salzsaures Gas	2 — —	1½ —
Kieseliges flußsaures Gas	⅙ — —	¾ —

Obgleich diese Resultate nicht genau genug sind, um sie zur Berechnung des Erkältungs-Vermögens gleicher Räume der verschiedenen Gasarten mit Sicherheit zu gebrauchen, so zeigen sie doch hinreichend, daß es noch andere Ursachen als die Dichtigkeit und Wärme-Capacität giebt, welche auf diese Erscheinungen Einfluß haben. So übertrifft z. B. das öhlbildende Gas alle andere Gasarten am Vermögen die Explosion zu verhindern, in einem viel größern Verhältnisse, als man nach der Dichtigkeit und der Wärme-Capacität desselben hätte schließen sollen.

Hierauf stellte auch Davy einige Versuche über das Vermögen der Gasarten, den festen Körpern den Wärmestoff zu entziehen, an. Ein jeder Versuch nahm seinen Anfang, als das Thermometer auf 76°,7 C. stand, und alle wurden mit gleichen Räumen Gas (21 Cubikzoll) von gleichen Temperaturen (+ 11°,1 C.) angestellt. Das Thermometer wurde in diese Gasräume getaucht, und es giengen folgende Zeiten hin, bis es von 76°,7 auf + 41°,1 C. herabsank:

in der atmosphärischen Luft	2	Minuten —	Sekunden	
im Wasserstoffgas	—	—	45	—
im ölbildenden Gas	1	—	15	—
im Steinkohlengas	—	—	55	—
im Stickgas	1	—	30	—
im Sauerstoffgas	1	—	47	—
im oxydirten Stickgas	2	—	30 bis	53
im kohlensauren Gas	2	—	45	—
in der Chlorine	3	—	6	—

Es scheint daher das Vermögen der Gasarten, den Oberflächen der festen Körper Wärmestoff zu entziehen, zuzunehmen, wenn ihre Dichtigkeit abnimmt, und in der Beschaffenheit der leichten Gasarten ein Grund zu liegen, welcher sie fähig macht, diesen Wärmestoff auf eine andere Weise wegzunehmen, als sie thun würden, wenn sie einen Theil einer Gasmischung ausmachten, welches nach Davy von der Beweglichkeit ihrer Theilchen abhängt. Denn wenn ein Gas das Vermögen äußere, die Oberfläche eines festen Körpers zu erkälten, hänge die Wirkung hauptsächlich von der Schnelligkeit ab, mit welcher die Theilchen desselben ihre Stelle verändern; wenn dagegen erkältende Theilchen in einem Gemenge mit andern gasförmigen Theilchen zerstreuet seyn, müsse ihre Wirkung hauptsächlich von dem Vermögen abhangen, welches sie besitzen, den Theilchen, mit welchen sie in Berührung sind, schneller oder langsamer den Wärmestoff zu entziehen. Und dieses hange wahrscheinlich mit zwey Eigenschaften derselben zusammen, ihrem Vermögen den Wärmestoff wegzunehmen, welcher sie schneller oder langsamer erwärme; und ihrer Capacität, welche um so größer sey, je weniger diese Wegnahme von Wärmestoff ihre Temperatur erhöhe.

Doch worin auch die Ursache dieses Erkältungsvermögens der Gasarten, durch welche die Entzündungen verhindert werden, liegen möge, so bewiesen sehr einfache Versuche, daß sie bey den verschiedenen Arten des Verbrennens immer auf einerley Weise wirke, und daß die explosiven Gasmischungen oder die brennbaren Körper, welche den wenigsten Wärmestoff, um zu verbrennen, ver-

langten, größere Mengen anderer Gasarten erforderten, damit dieses Verbrennen verhindert werde, und umgekehrt. So z. B. entzündet sich ein Gemenge von Chlorine und 1 Maas Wasserstoffgas noch, wenn man demselben 18 mal seinen Raum an Sauerstoffgas zusetzt, indeß ein Gemenge aus 1 Maas Kohlen-Wasserstoffgas und 2 Maas Sauerstoffgas aufhört entzündbar zu seyn, wenn man 3 mal den Raum desselben an Sauerstoffgas hinzusetzt.

Dies allgemeine Princip wird durch folgenden Versuch auf eine auffallende Art dargethan. Man bringe in eine lange Flasche mit engem Halse ein angezündetes Wachslicht, lasse es darin so lange brennen, bis es verlöscht, und verstopfe dann die Flasche genau. Taucht man nun ein zweytes angezündetes Wachslicht hinein, so verlöscht es, ehe man bis unten an den Hals gelangt ist. Hierauf senke man eine kleine Glasröhre mit Zink und verdünnter Schwefelsäure hinein, und entzünde das aus derselben sich entbindende Wasserstoffgas an der Oeffnung der Röhre, so wird das Gas fortbrennen, an welchen Ort der Flasche man auch die Röhre hinbringt. Geht endlich auch das Wasserstoffgas aus, so senke man brennenden Schwefel in die Flasche; er wird einige Augenblicke lang brennen, und nachdem er ausgegangen ist, wird Phosphor in der Flasche noch eben so als in der Atmosphäre leuchten, und darin erwärmt, mit einer blaßgelben, ziemlich intensiven Flamme, verbrennen.

Herr Davy verdichtete auch die Luft bis zum 5 fachen, und erhöhete in ihr die Temperatur eines Eisendrahtes mittelst des Volta'schen Apparats bis zur Weißglühehitze; das Verbrennen des Drahts gieng aber nur mit wenig mehr Glanz als in der atmosphärischen Luft vor sich, und hätte nicht von selbst fortdauern können, wie im Sauerstoffgas. Die Kohle schien in dieser verdichteten Luft nicht lebhafter als in der gewöhnlichen Luft zu brennen. Hieraus folgte, daß, gleich wie durch Verdünnung der Luft die Hitze der Flamme in der atmos-

phärischen Luft nicht bedeutend vermindert wird, sie auch durch Verdichtung nicht beträchtlich erhöhet wird; ein für die Constitution unserer Atmosphäre sehr wichtiger Umstand, dem sie es verdankt, daß sie in allen Höhen und in allen Tiefen, in welchen der Mensch noch zu leben vermag, immer in derselben Beziehung zu dem Verbrennen steht.

Aus diesem allgemeinen Gesetze läßt sich folgern, daß die Gasarten, welche am Verbrennen keinen Antheil nehmen, in hohen Temperaturen weniger geeignet seyn müssen, das Verbrennen zu verhindern, als in der gewöhnlichen Temperatur der Atmosphäre; und daß dasselbe mit dem Wasserdampfe statt finde und mit den übrigen Dämpfen, welche zu ihrer Bildung eine bedeutende Wärme erfordern; und besonders muß dies in Rücksicht der Körper gelten, welche in niedrigen Temperaturen brennen.

Davy hat einige Versuche über die Wirkung des Wasserdampfes angestellt. Er fand, daß es einer großen Menge Wasserdampfs bedarf, um den Schwefel zu verhindern, zu brennen. Eine Mengung von Wasserstoffgas und Sauerstoffgas detonirten noch durch den elektrischen Funken, nachdem er ihr den 5 fachen Raum an Dampf beygemischt hatte. Und selbst atmosphärischen Luft und Kohlen-Wasserstoffgas, das am schwächsten detonirende unter allen Gasgemengen, bedurfte einer Beymengung von $\frac{1}{3}$ an Wasserdampf, wenn es nicht mehr sollte explodiren können, indeß $\frac{1}{5}$ Stickgas dasselbe bewirkt.

Der Herr Prof. Dana zu Cambridge hat über die Wirkung der Wasserdämpfe auf das Verbrennen genauere Versuche angestellet. Er fand, daß ein, aus einer engen Oeffnung auf brennende Kohlen geleiteter Wasserdampfstrahl die Helle vermehret, wenn die Kohle in 4 oder 5 Zoll Entfernung von dem Rohre, durch welches der Dampf streicht, gehalten wird. Hält man die Kohle näher, so wird sie ausgelöscht, indem sich zuerst ein

kreisrunder schwarzer Fleck dort bildet, wo der Dampf die Kohle trifft. In diesem Falle scheint der Dampf nicht zersetzt zu werden (was Verbrennung der Kohle auf Kosten des im Wasser enthaltenen Sauerstoffs und Wiederverbrennung des aus dem Wasser frey gewordenen Wasserstoffs auf Kosten des Sauerstoffs der Luft geben mußte), sondern nur Vermehrung des Luftzuges zu bewirken. Wird hingegen der Strahl, statt gegen eine einzige Kohle gerichtet zu seyn, in ein Kohlenfeuer geleitet, so wird allerdings die Lebhaftigkeit der Verbrennung auch auf Kosten der Wasserzersetzung befördert. Eben so auch die Lebhaftigkeit einer Oehllampe, deren Docht so in die Höhe gezogen worden, daß er große Rauchsäulen bildet; der zugeführte Dampfstrahl vermehrt dann die Helligkeit ungemein. Die Terpentinöhlflamme des Dochtes verhält sich eben so, und bey sorgfältiger Versuchleitung geht dann gar kein Rauch mehr fort und wird gänzlich verzehrt. Genau so verhielt sich auch aus einer engen Oeffnung ausgehender, angezündet mit viel Rauch brennender Terpentinöhldampf. Hier ist nun die Mitwirkung der Atmosphäre so gut wie ausgeschlossen, und mithin nur die chemische Zersetzung des Wassers als Förderungsmittel der Verbrennung des Rauchs möglich. In klare, rauchlose Flammen, z. B. in Weingeistflamme gerichtet, wirkte der Dampf nur wehend, ähnlich einem Luftstrome ohne besonders die Helligkeit des Lichtes zu befördern.

In allen Fällen wird nach Davy die Menge des Wärmestoffs, welche sich während des Verbrennens entbindet, der Menge der Materie proportional seyn, welche brennt, und welche mit dem Körper in Berührung ist, den man erhitzen will. Auch besitzen wahrscheinlich die verschiedenen Flammen sehr verschiedene Temperaturen.

Davy bewies, daß die Flamme nichts weiter sey als eine gasartige Materie, welche bis zu dem Grade erhitzt ist, daß sie leuchtet, und daß ihre Temperatur die Weißglühehitze der festen Körper übersteigt. Er zeigte nam-

lich durch folgenden ſehr einfachen Verſuch, daß Luft, ohne leuchtend zu ſeyn, dieſen Grad von Hitze mitzutheilen vermag: Man nehme einen dünnen Platindraht, halte ihn etwa $\frac{1}{20}$ Zoll von der Flamme einer Weingeiſtlampe, und bedecke dieſe Flamme mit einem undurchſichtigen Körper, ſo daß nur der Draht, nicht die Flamme, in das Auge falle, ſo wird man den Draht weiß glühen ſehen durch die Wirkung der Hitze der Flamme, ob er ſich gleich an einem Orte befindet, wo kein ſichtbares Licht iſt.

Wenn man die Flamme durch ein ſehr dichtes Drahtgewebe von der gewöhnlichen Temperatur hindurchgehen zu laſſen verſucht, ſo findet ſich, daß dies Gewebe das Gas, welches durch ſelbiges hindurchgehet, ſo ſtark erkältet, daß das Gas, unter die Temperatur, in welcher es leuchtend wäre, herabkommt. Dieſe Temperatur-Verminderung wird daher deſto größer ſeyn, je enger das Drahtgewebe iſt, mithin je mehr die Metallmaſſe ausmacht. Hiernach muß alſo das den metalliſchen oder andern Geweben eigene Vermögen, Exploſionen zu verhindern ſowohl von der Wärme abhangen, welche erforderlich iſt, um das Verbrennen zu bewirken, als auch von der Wärme, welche das Drahtgewebe annimmt. Daher wird nicht allein die Flamme der brennbarſten Körper, als auch die Flamme derjenigen Körper, welche beym Verbrennen den mehrſten Wärmeſtoff entwickeln, durch das Drahtgewebe hindurchgehen, welches die Flamme weniger verbrennlicher und ſolcher Körper, die beym Verbrennen wenig Wärmeſtoff fahren laſſen, zurückhält. Beſitzt man ein Drahtgewebe, durch welches in der gewöhnlichen Temperatur keine Art von Flamme hindurchdringt, ſo werden, wenn die Temperatur deſſelben allmählig zunimmt, zu allererſt die Flammen der brennbarſten Körper und ſolcher Körper, welche beym Verbrennen eine große Menge Wärmeſtoff entwickeln, durch daſſelbe hindurchgehen, und für jede Flamme einer andern Art wird das Drahtgewebe in einer andern

Temperatur durchgänglich werden. Kurz es finden dieselben Erscheinungen, welche man bey den erkältenden Gasgemengen wahrnimmt, bey den erkältenden Oberflächen der Körper, in welche man löcher gemacht hat, statt. So wird z. B. die Flamme des Phosphor-Wasserstoffgases in der gewöhnlichen Temperatur durch ein Drahtgitter hindurchgehen, dessen löcher so groß sind, daß sie nicht durch die sich bildende Phosphorsäure und den sich absetzenden Phosphor verstopfet werden; ein Gitter dagegen, welches etwa 700 löcher auf dem Quadratzoll enthält, läßt die Flamme des Phosphor-Wasserstoffgases oder des Phosphor nicht hindurch, bevor es nicht so heiß geworden ist, daß es den Phosphor in Dampfform durch sie hindurchgehen läßt. Ein Drahtgewebe von 100 Oeffnungen auf dem Quadratzoll aus Draht von $\frac{1}{60}$ Zoll Dicke gemacht, hält in der gewöhnlichen Temperatur die Flamme einer Weingeistlampe zurück, aber nicht die Flamme des Wasserstoffgases; und läßt auch stark erhitzt die Weingeistflamme durch sich hindurch. Ein Drahtgewebe, welches stark erhitzt die Flamme des Wasserstoffgases nicht zurückhielte, würde doch noch der Flamme des öhlbildenden Gases den Durchgang verwehren; und ein erhitztes Gewebe, welches die Explosion eines Gemenges vom öhlbildenden Gase und atmosphärischer Luft durch sich hindurch ließe, würde die Explosion eines Gemenges vom brennbaren Gas der Steinkohlen oder vom Kohlen-Wasserstoffgas mit atmosphärischer Luft nicht durch sich hindurch gehen lassen.

Vergleicht man die Verbrennlichkeit der verschiedenen gasförmigen Körper mit einander, so findet sich, daß sie bis auf einen gewissen Punkt im Verhältnisse mit der Masse steht, welche ein erhitzter Körper besitzen muß, damit die Entzündung derselben statt finde. So z. B. bringt ein bis zum Kirschrothglühen erhitzter Eisendraht von $\frac{1}{40}$ Zoll Dicke das öhlbildende Gas nicht in Brand, indeß er das Wasserstoffgas entzündet; das erstere Gas läßt sich aber mit einem bis zu demselben Grade erhitzten

Eisendrahte, der $\frac{1}{8}$ Zoll dicke ist, entzünden. Ein Draht von $\frac{1}{40}$ Zoll Durchmesser vermag, selbst wenn er bis zum Weißglühen gebracht ist, nicht die Gemenge vom brennbaren Gas der Steinkohlen mit atmosphärischer Luft zu entzünden.

Aus diesen Umständen erkläret es sich, warum ein Drahtgewebe sehr fein und eng seyn muß, wenn es die Explosion eines Gemenges von Sauerstoffgas nicht durch sie hindurchlassen soll; und warum dagegen ein weites und grobes Gewebe hinreicht, die Explosion von Gemengen atmosphärischer Luft mit dem brennbaren Gas der Steinkohlen zurück zu halten, welches das am geringsten Verbrennliche unter allen bekannten brennbaren Gasen ist.

Die allgemeine Theorie der Wirkung der Drahtgewebe läßt sich auf sehr mannigfaltige Art erläutern. Man nehme z. B. einen feinen Faden Baumwolle, tauche das eine Ende in Oehl, und lasse ihn alsdenn mit möglichst kleiner Flamme brennen. Nun nehme man einen sehr dünnen Eisendraht, bilde einen kleinen Kreis daraus, und bringe ihn über jene Flamme; diese wird in dem Augenblicke verlöschen, wenn er sie auch noch nicht berührt. Erwärmt man aber den Kreis erst über der Flamme, so kann man die Flamme durch ihn hindurchgehen lassen, ohne daß sie verlöscht. Daß diese Wirkung gänzlich von dem Vermögen abhängt, welches das Metall besitzt, der Flamme die Wärme zu entziehen, beweiset sich dadurch, daß, wenn man den Versuch mit einem gleich kleinen Ringe aus einem eben so dicken Haarröhrchen von Glas wiederholt, die Flamme nicht erlöscht, wenn man ihn auch kalt über sie bringt, indem Glas ein viel schlechterer Wärmeleiter als Metall ist. Nimmt man aber einen etwas kleinern Ring aus einem etwas dickern Glasröhrchen, so zeigt sich dabey dieselbe Wirkung, wie beym Eisendrahte, und man muß ihn erwärmen, wenn er die Flamme nicht zum Erlöschen bringen soll.

Wenn ein schneller Strom eines brennenden explosiven Gasgemenges auf ein Drahtgewebe einwirkt, so wird

dieſes immer ſehr ſchnell erhitzt; darin liegt der Grund, daß daſſelbe Drahtgewebe, welches die Flamme eines explosiven Gasgemenges, das in Ruhe iſt, zurückhält, ſie durch ſich hindurchgehen läßt, wenn das Gasgemenge ſich mit Geſchwindigkeit beweget. Vergrößert man aber die erkältende Oberfläche dadurch, daß man die Oeffnungen verkleinert, oder ihnen eine größere Tiefe giebt, ſo laſſen ſich alle Flammen ungeachtet der Geſchwindigkeit, mit der ſie ſich bewegen, zurückhalten.

Genau dieſelben Geſetze ſind auch auf die Explosionen anwendbar, welche in verſchloſſenen Gefäßen vor ſich gehen. Sehr kleine Oeffnungen laſſen, wenn ſie in geringer Zahl vorhanden ſind, die Explosionen durch ſich hindurch, indeß viel größere Oeffnungen, wenn ſie die ganze Oberfläche einnehmen, die Explosionen hindurchzudringen verhindern.

Dieſe Thatſachen beweiſen, daß, wenn die Flammen von feſten Geweben zurückgehalten werden, welche für Licht und Luft undurchdringlich ſind, dies einzig von ihrem Vermögen zu erkälten abhängt.

Herr John Murray *) führet an, daß zuerſt ein anonymer Correſpondent in Thompſon's phyſikaliſchen Annalen die Urſache, daß die Flamme eines brennenden Körpers nicht durch ein feines Metallgewebe hindurchgehe, in der abkühlenden Eigenſchaft des Metalls angegeben, und Sir Humphr. Davy ſich für dieſe Meynung durch ſeine vielen Verſuche überzeugend erkläret habe. Durch reichliche Erwägung und ſelbſt durch Wiederholung einiger dieſer Verſuche geſtehe er aber ganz frey, daß er ſich durch Davy's Schlußfolgen nicht überzeugt und befriedigt finde.

Anfänglich glaubte Murray in den Erzeugniſſen des Verbrennens des aus den Steinkohlen ſich erzeugenden

*) Gilbert's Annalen der Phyſik und der phyſikal. Chemie. B. LXIX. S. 236 f.

Gas die Auflösung zu finden. Der Wasserdampf, das kohlensaure Gas und das aus der atmosphärischen Luft übrig bleibende Stickgas, möchten wohl, schien es ihm, um den Draht eine Hülle bilden, durch welche zwar die Gasarten, aber nicht die Flammen hindurchgehen, und dieselbe negative Materie möge auch wohl die Maschen des Drahtgewebes ausfüllen. Dies war aber eine bloße Meynung, ob schon sie sich aus einigen von ihm angestellten Versuchen ableiten ließ.

Jetzt finde er die eigentliche Ursache, warum die Flamme durch ein Drahtgewebe nicht hindurchgehe, in der Structur der Flamme selbst. Die Flamme ist nach ihm ein bloßes Häutchen, wie sich beweisen läßt, wenn man eine Glasplatte an die Spitze des Kegels der Flamme drückt, oder Alkohol oder Aether auf der Glasplatte anzündet. Bey sanftem Drucke des Kegels der Flamme mit einem Drahtgewebe, weicht sie zurück, oder krümmt sich herabwärts, indeß sie verlöschen müßte, wenn das Drahtgewebe erkältend auf sie wirkte. Wenn man das Drahtgewebe schief hält in die Lage irgend eines Schnittes des Flammenkegels, so trennt sich das Häutchen, und der Flammenmantel weitet sich und verlängert sich zur Seite.

Es gehe folglich aus der Structur der Flamme selbst hervor, so fern sie ein Häutchen sey, daß sie nicht durch die Maschen hindurch könne, selbst wenn das Drahtgewebe glühend sey; und davon sey der Grund, daß wenn ein Häutchen hindurch getrieben würde, es nothwendig zu etwas solidem werden müßte. Wir fänden etwas ähnliches bey Wasser, das auf einem ebenen Gewebe aus feinem Draht stehe; es verbreite sich in einem Häutchen über die Maschen und werde zurückgehalten, und dränge durch sie nur erst, wenn sie hinlänglich erweitert worden, in Gestalt kleiner Kugeln hindurch. Vielleicht beruhe hierauf auch die Verstärkung der Hitze durch das gemeine Löthrohr; indem es das Häutchen oder die hinter

einander folgenden Häutchen nach einem Brennpunkt treibe, mache es sie solid.

Auch der Herr v. Grotthuß *) findet die abkühlende Eigenschaft des Drahtes nicht hinreichend, daß die Flamme durch ein feines Drahtgewebe nicht hindurch gehe. Vielmehr behauptet er, daß die Flamme (wenigstens der meisten Körper) zweyerley Strömungen erfordere; erstens ein Zuströmen des brennfähigen Gasgemenges, und zweytens ein Wegströmen des Verbrannten. Daß diese Strömungen durch ein feines Drahtgewebe sehr gehindert, oder doch unregelmäßig gemacht werden müßten, sey klar, und dies könnte wohl ein Hauptgrund des Nichthindurchdringens der Flamme seyn. Wenn nun die Flamme durch ein feines Drahtgewebe herausschlagen solle, so müßte sie sich erst, ehe sie sich wieder zu einer einzigen Flamme zusammen vereinige, in so viele kleine Flämmchen theilen, als Oeffnungen im Gewebe seyn, und diese kleinen Flämmchen seyn ohne Zweifel leicht, mittelst kleiner Unregelmäßigkeiten in den Strömungen erstickt.

Selbst die Ursache, warum durch Annäherung eines kalten Körpers ein sehr kleines Flämmchen erlösche, sey in den dadurch gestörten oder unregelmäßig gewordenen Strömungen der Luft zu suchen, wozu noch komme, daß die gebildete Kohlensäure, vermöge der Erkältung auf das Flämmchen zurückstürze. Wenn man ein Stück Papier anzünde, so daß es mit recht heller Flamme brenne, und darüber einen andern flammenden Körper, z. B. ein brennendes Licht bringe, so finde man bey allmähliger Annäherung eine Stelle, wo die Flamme des letztern ausgehe, und nur noch der Rauch ohne Flamme erscheine; ja es gebe einen Ort, wo der aufsteigende Rauch noch heiß genug sey, um wieder in Flammen auszubrechen, so wie er aus der Atmosphäre von Kohlensäure heraustrete, die die Flamme des brennenden Papiers verbreite, und dadurch

*) Gilbert's Annalen der Physik u. der physikal. Chemie. S. 244 f.

erscheine dann die Lichtflamme von dem Docht abgesondert. Zwinge man also mittelst eines kalten Körpers, den man einer kleinen Flamme nähere, die aufsteigende Kohlensäure zurückzustürzen, so müsse diese Flamme ausgehen, wie dies in Davy's Versuchen der Fall zu seyn scheine.

Sollte nicht auch ein feines Drahtgitter, welches die Flamme nicht durchlasse, wenn es aus Platina bestehe, schon durch die bloß stille Einwirkung des Sauerstoffs der Luft auf verbrennliche Dämpfe, zum Weißglühen gebracht werden können? Auch dies würde nicht für das Erkältungsvermögen der Metalle sprechen.

Aus den bisherigen Erörterungen erkläret es sich, warum man von einem Brennmaterial um so mehr Wärme erhält, je geschwinder es brennt. Aus diesem Grunde beruhet die größere Wirkung der besten Feuerstätte nicht allein auf schnellem Luftzug, sondern auch darauf, daß durch die Einrichtung des Schornsteins die Hitze beysammen erhalten und den brennenden Körpern mitgetheilet wird.

Ferner ergeben sich aus allen diesen Thatsachen die Mittel, durch welche die Hitze vermehret werden kann; sie lehren uns aber auch zugleich die Grenzen einiger Verfahren kennen. Flammenströme können in Körpern, welche ihnen ausgesetzet werden, nie einen höhern Grad der Temperatur hervorbringen, als denjenigen, welchen die Flamme selbst besitzt. Jedoch ist es nicht zu bezweifeln, daß man die Hitze der Flammen verbrennlicher Körper durch Compression derselben und der so genannten Unterhalter des Verbrennens ausnehmend vergrößern könne; und es ist wahrscheinlich, daß jener höhere Hitzgrad der Compression dieser Körper proportional sey.

Endlich erklären alle bisherigen Thatsachen die Natur des Lichts der Flammen und ihre Gestalt. Wenn reine Gasarten mit Flammen brennen, so ist das Licht dieser Flammen immer außerordentlich schwach. Die Dichtigkeit einer gemeinen Flamme ist der Menge festen

Kohlenſtoffs proportional, welche in ihr erſt ſich abſcheidet und dann verbrennt. Die Flamme hat die Geſtalt eines Kegels, weil die größte Hitze in dem Mittelpunkte der exploſiven Mengung iſt. Bey aufmerkſamer Betrachtung einer Flamme erſcheint die Stelle wo der verbrennliche Körper ſich verflüchtiget, dunkel, im Vergleich mit der Stelle, wo er anfängt zu brennen. Hier vermengt ſich dieſer Dampf ſo mit der Luft, daß er exploſiv wird. Nach der Spitze der Flamme zu nimmt die Wärme ab, weil hier das Sauerſtoffgas in geringſter Menge vorhanden iſt. Entſteht durch Anhäufung von Kohlenſtoff eine beträchtliche Schnuppe, ſo erkältet dieſe die Flamme durch Strahlung, und verhindert, daß ſich nicht hinlänglich viel Luft dem Innerſten derſelben beymengen kann; daher kommt dann der in der Spitze ſich ausſcheidende Kohlenſtoff nur zum Glühen, und entweicht größtentheils unverbrannt.

Die Intenſität des Lichtes der verſchiedenen Flammen in der Atmoſphäre wird durch Verdichtung erhöhet, und durch Verdünnung vermindert, und das wahrſcheinlich verhältnißmäßig ſtärker als ihre Wärme; denn je dichter die Atmoſphären werden, deſto mehr Theilchen enthalten ſie, welche fähig ſind, Licht herzugeben, und überdem verſchlucken die mehrſten dieſer Theilchen Wärme, um leuchtend zu werden, welches nicht geſchehen könnte beym Verdichten eines Mittels, welches blos die Rolle eines einfachen Unterhalters des Verbrennens ſpielte.

Herr Davy hat noch ſehr merkwürdige Verſuche über das ſtille, oder flammenloſe Verbrennen der verſchiedenen verbrennlichen Gaſe angeſtellet, wovon der Artikel: Verbrennen, nachzuſehen iſt.

Herr Porret *) ſtellte ebenfalls mehrere Verſuche über die Flamme an, wodurch beſonders dasjenige beſtätiget wurde, was die Erfahrungen unſerer Glasbläſer

*) *Thomſon's* annals of Philoſ. 1817. Maj. und Annales de chémie et de phyſique. T. IV. p. 585 ſuiv.

bereits darthaten, nämlich, daß es der äußere faſt unſichtbare Theil der Kerzenflamme iſt, welcher die meiſte Hitze erzeuget, und daß dieſe Hitze die Zerſetzung des brennbaren Flammendunſtes und das Glühen des innern Ruſſes bedinge. Ueberdem ergab ſich aus dieſen Verſuchen, daß der dunkele Docht nicht blos durch Lichteinſaugung Wärme erzeugt, ſondern daß er auch die Wärme ſehr gut leitet, und ſelbſt der Flamme Wärme entzieht, mithin dieſe unfähig macht allen Unſchlittdunſt gänzlich zu zerſetzen oder zu verbrennen.

Verſchiedene Stoffe und Gemiſche färben die Flamme des brennenden Weingeiſtes auf mannigfaltige Art. So geben Alkohol mit Schwefel beym ſchwachen Verbrennen eine bläuliche Flamme, eine Auflöſung des ſalzſauren und ſalpeterſauren Strontian in Alkohol brennt mit einer rothen, die Auflöſung der Boraxſäure und ſalpeterſauren Talkerde mit apfelgrüner, die Auflöſung der Kupferſalze in Alkohl mit grüner, die Auflöſung des ſalzſauren Kalks und Baryts in Alkohol mit einer feuerrothen oder gelben Flamme u. ſ. w. Die Entſtehung dieſer Farben leitet Davy von der Reduction der Oxydie dieſer Subſtanzen, und von der Wiederverbrennung der hergeſtellten Grundlagen ab.

Wahrſcheinlich entſtehen die verſchiedenen Farben der Flammen der mancherley verſchiedenen verbrennlichen Körper auf eine ähnliche Art.

M. ſ. Gilbert's Annalen der Phyſik z. B. LVI. S. 112 ff. B. LVIII. S. 345 ff.

Fluor, Fluorin (M. A.) (Fluoricum Fluorine) iſt ein von mehreren Chemikern angenommener eigenthümlicher Stoff, welcher als die Grundlage einer noch nicht zerlegten, der Salzſäure ſehr ähnlichen, ſauren Subſtanz, der **Flußſäure**, angeſehen wird. Aus mehreren von den berühmteſten Chemikern angeſtellten Verſuchen folgert man zwar dieſen Stoff allein man hat ihn doch bis jetzt noch nicht iſolirt darſtellen können.

Andere nicht minder berühmte Chemiker läugnen dagegen, daß dieser Stoff wirklich existire.

Man kennt von diesem hypothetisch angenommenen Stoffe nur eine einzige Verbindung desselben mit dem Sauerstoffe, unter dem Namen der **Flußsäure.**

Flußspathsäure, Flußsäure (Zus. zu S. 547.) Durch die neuern Versuche der Chemiker, besonders der Herrn **Gay Lussac, Thenard, Davy** und **Berzelius** hat man diese noch problematische Säure in ihrem reinen Zustande erst kennen gelernet, womit zugleich auch neue Eigenschaften derselben bekannt wurden.

Um diese Säure ganz rein zu erhalten, übergießt man reinen, von aller Kieselerde möglichst freyen, fein gepulverten Flußspath, mit ungefähr zwey Theilen concentrirter Schwefelsäure in einer bleyernen Retorte, welche aus zwey genau an einander passenden Stücken besteht. An diese befestiget man eine gegen die Mitte ausgebaugte bleyerne Röhre, welche sich in eine sehr enge Oeffnung endiget. Diese wird mit Eis umgeben; alsdenn erhitzt man die Retorte gelinde, worauf die Säure im Zustande einer tropfbaren Flüssigkeit in die Vorlage übergeht.

Diese Säure ist bey dem natürlichen Frostpunkte, und noch 27 Grad über demselben flüssig, sie gefriert aber bey Null nach Fahrenheit. Die Temperatur, bey welcher sie zu sieden anfängt, ist noch unbekannt. Beym Zutritt der Luft verdunstet sie: daher muß sie gegen dieselbe in bleyernen oder silbernen Gefäßen aufbewahret werden.

Sie hat einen stechenden Geruch, welcher noch stärker ist als der der Salzsäure, und ihre Dämpfe sind der Gesundheit nachtheilig. Einige Tropfen davon ins Wasser gegossen bewirkt sie eine beträchtliche Hitze, und ein starkes Aufbrausen.

Nach **Humphry Davy** besitzt die auf dem angegebenen Wege zubereitete Flußsäure ein specifisches Ge-

Gewicht von 1,0639, kann aber durch vorsichtiges Zusetzen mit Wasser bis 1',25 vermehret werden.

Besonders merkwürdig sind die Erscheinungen, welche bey der Einwirkung der Flußsäure auf das Kalium und Natrium statt findet. Sobald sie mit einem dieser Metalle in Berührung kommt, entsteht ein starkes Aufbrausen, welches von dem sich dabey entwickelnden Wasserstoffgas herrühret, es findet eine beträchtliche Erhitzung statt, und es wird flußsaures Kali oder flußsaures Natrum gebildet.

Im isolirten Zustande hat man die Flußsäure noch nicht darstellen können, weil sie wie manche andere Säure, für sich nicht allein bestehen kann; wahrscheinlich würde sie gasförmig seyn, weil mehrere ihrer Verbindungen eine große Tendenz zur Gasform zeigen. Die einfachste Form, in welcher die Flußsäure bekannt ist, ist ihre Verbindung mit Wasser. Aus den mancherley Versuchen der Chemiker scheint hervorzugehen, daß sich diese Säure in zwey verschiedenen Verhältnissen mit dem Wasser verbinde, und daher zwey verschiedene Hydrate bilde.

Das erste Hydrat erscheinet als eine gasförmige Flüssigkeit, das flußsaure Gas.

Das zweyte Hydrat entstehet, wenn etwas mehr Wasser zugegen ist, und bildet eine wasserhelle tropfbare Flüssigkeit, die concentrirte Flußsäure, welche eben in diesem Artikel ist betrachtet worden.

Die Flußsäure hat bis jetzt noch von keinem einzigen Chemiker zerlegt werden können. Der ältern Ansicht zu folge, ist sie zusammengesetzt aus einer eigenthümlichen Basis (Fluor) und Sauerstoff. Nach Herrn Berzelius sind 100 Theile (dem Gewichte nach) Flußsäure gebildet, aus:

Sauerstoff	77
Fluor	23
	100

Die Herrn Ampère, Davy und mehrere neuere Chemiker betrachten dagegen dieſe Säure, als aus Hydrogen und Fluor gebildet. Sie zählen daher dieſelbe zu der Familie derjenigen Säuren, in welchen das Hydrogen die Stelle des ſäuernden Princips zu vertreten ſcheinet.

Die Gründe für und wider die eine ſowohl als auch andere Meynung findet man in folgenden Schriften:

Recherches phyſico-chimiques p. M. M. *Gay-Luſſac* et *Thenard* Vol. II. p. 1 ſqq. traité de chimie élementaire par *Thenard* Vol. II. p. 231 ſqq. p. 615 ſqq. *Thomſon's* annals of Philoſophy. Vol. I. p. 209. Vol. II. p. 152. Vol. III. p. 333. Vol. IV. p. 441. Gilbert's Annalen der Phyſik ꝛc. B. L. S. 425. B. LIV. S. 374. u. f.

Funke, galvaniſcher (N. U.) (ſcintilla galvanica, étincelle galvanique) iſt ein Funke, welcher entſtehet, wenn man die Drähte beyder Pole einer Volta'ſchen Säule langſam bis auf einen geringen Abſtand nähert. Volta *) hatte gleich nach der Entdeckung des ſogenannten Galvanismus die Einwirkung deſſelben auf das Geſicht zuerſt bemerkt. Er klebte nämlich ein Stückchen Stanniol an den Augapfel, hielt im Munde eine Goldmünze oder einen ſilbernen Löffel, und ſetzte beyde Metalle durch zwey metalliſche Spitzen in Berührung. In dieſem Augenblicke empfand er einen vorübergehenden Glanz und einiges Licht. Nachher haben mehrere Engländer dieſe Erſcheinung wahrgenommen, und ſeitdem hat ſie ſich auch unter der bekannten Veränderung des Verſuchs aufs vollkommenſte beſtätiget. Im Jahre 1798 bemerkte Herr Ritter damals in Jena bey dem bekannten Verſuche mit Zink und Silber im Munde zuerſt eine Verſchiedenheit der Lichterſcheinung wobey er die Ausdrücke: poſitiven und negativen Lichtzuſtand gebrauchet. Der erſtere ſoll, wenn

*) Schriften über die thieriſche Elektricität von Volta, aus dem Italiän. überſetzt, herausgegeben von D. Joh. Mayer. Prag 1793. 8.

zugleich die Zunge gereizt werde, mit einem alkaliſchen, der andere mit einem ſäuerlichen Geſchmacke verbunden ſeyn. Als Volta ſeine Säule entdeckte, glaubte er mittelſt des Condenſators beweiſen zu können, daß die Wirkung derſelben elektriſch ſey, indem er damit die Art der Elektricität beſtimmte, und durch ſie Funken erhielt. Er fand, daß die Wirkung des Apparats auf einer Wunde ſtärker und ſtechender iſt, wenn er ſie an die Minusfläche deſſelben hielt, d. h. da, wo die Elektricität aus der Wunde herausſtrömt, wie man das bey den gewöhnlichen elekriſchen Funken bemerkt. Es überraſchte ihn aber, daß der galvaniſche Lichtblick bey dieſem Apparate nicht heftiger, als bey einigen Paar Platten war. Doch wurde er ſchon erzeugt, wenn man den Conduktor, welcher die Kette macht, an irgend eine Stelle des Geſichts, ja ſchon, wenn man ihn nur an die Bruſt hielt. Die Wirkung war am ſtärkſten, wenn man die berührende Platte zwiſchen die Zähne nahm, ſo daß ſie auf der Zunge lag; es entſtanden dann Convulſionen in den Lippen und der Zunge, Bliz vor den Augen und Geſchmack im Munde α). Endlich hatten die Herrn Carlisle und Nicholſon β) bey einer etwas großen Säule im Finſtern oft Funken bemerkt, und während der Exploſion um die Mitte derſelben bisweilen einen Lichtſchein wahrgenommen.

In Deutſchland hatten ſich damals die Herren Voigt und Ritter zuerſt mit mannichfaltigen Verſuchen der Volta'ſchen Säule beſchäftiget. Allein obgleich Ritter bey Schließung derſelben die Lichterſcheinungen in einem vorzüglichen Grade wahrnahm, und ſelbſt ſeine vormalige Vermuthung, daß bey der Einwirkung des Galvanismus auf das Auge noch eine Farbenzerſtreuung in demſelben vorgehe, beſtätiget fand; ſo konnte er doch nicht den Funken, wie man in England ihn bey der

α) Philoſophical Transact. for. 1800. Vol. II. N. 17. ff.
β) *Nicholſon's* Journal of natural philoſophy. Vol. IV. p. 197. in Gilbert's Annalen B. VI. S. 540.

Schließung der Batteriekette gesehen zu haben behauptete, auch bey der größten Aufmerksamkeit und unter den dazu günstigsten Umständen für diesmal erhalten. Er bemerkt aber dabey, daß die Schuld hievon wohl mehr an der noch zu geringen Stärke der Säule, als an einer wirklichen Unmöglichkeit eines solchen Erfolgs gelegen haben könne. Kurz darauf baute Voigt eine Zinksilberbatterie von 84 Lagen, und hier nahm er ebenfalls den Funken gewahr. Er entstand, indem der mit dem Silber verbundene Draht der Säule mit der letzten Zinkplatte am andern Ende derselben in Berührung gebracht wurde. Nachher hat ihn auch Ritter gesehen. Mit der Abnahme der Wirksamkeit der Batterie verschwand er nach und nach. Das Licht aber erschien bey weitem glänzender, als bey elektrischen Funken von ähnlicher Größe zu seyn pfleget.

Fast zu gleicher Zeit mit Voigt und Ritter beschäftigte sich auch Herr Gilbert *) zu Halle mit Versuchen der Volta'schen Säule. Er schloß dieselbe durch Messingdrähte und Eisenvitriol. Sobald dies geschehen war, gieng die Wasserzersetzung, verbunden mit einem lebhaften Knistern zwischen den Platten der Säule vor sich. Dabey wurde der Messingdraht von der obern Zinkseite abgehoben, damit wieder in Berührung gebracht, und längst dem Rande derselben hinbewegt, ohne den untern Draht, welcher mit der Silberplatte in Berührung war, wegzunehmen. Hiebey zeigten sich kleine Funken, wie Flämmchen, welche weiß, gelb, blau, grün und roth waren. Dies Funkenspiel wurde besonders dadurch merklich erhöhet, wenn die Kette eine Zeitlang ungeschlossen gestanden hatte. Diese Funken sahen ganz anders aus, als die elektrischen. Nach Umbauung der Säule gab der Draht der untersten Zinkplatte mit der obersten Silberplatte in Berührung gebracht eben so schöne Lufterscheinungen. Während diese Funkenerscheinung vor sich gieng, verband Gilbert die äußere Belegung einer Ver-

*) Annalen der Physik. B. VII. S. 182. ff.

stärkungsflasche mit dem Silberende, die innere mit dem Zinkende. Verband man nun den Draht der äußern Belegung mit dem der innern, so bemerkte man einen kleinen Funken, und durch Daranschlagen ließen sich diesem Drahte einige Mal Funken entlocken, welche denen der Zinkplatte ähnlicher waren. Es wirkte daher die Verstärkungsflasche als solche nicht, sondern der Draht der innern Belegung als Fortsetzung des Zinkendes, so wie der andere als Fortsetzung des Silberendes.

Um an der Volta'schen Säule sehr lebhafte Funken zu erhalten, gab Herr Pfaff in Kiel α) folgendes Mittel an: daß man die beyden Drähte am Lichte schwarz mache, und gleichsam mit einem feinen Kohlenstaube überziehe. Die Kohlenstäubchen wirken als die feinsten Spitzen, und der schwarze Grund macht das Licht glänzender. Ueberdem fand er Spitzen beständig besser zum Funkenlocken, als runde Körper. Holzkohle, Graphit und besonders Braunsteinerze dienten sehr gut zu dieser Funkenbildung. Er war beynahe geneigt, diese Funken als eine Folge eines wirklichen Verbrennens anzusehen.

Herrn Boeckmann β) zu Carlsruhe schien es, daß die stärkere und schwächere Oxydation des Zinks mit der Stärke der Funken im genauen Verhältnisse stehe; eine Meynung, die auch Davy hatte. Boeckmann bemerkte beym Funkenspiel der Volta'schen Säule eine merkwürdige Erscheinung. Er leitete von der Zinkplatte einen eisernen Draht herab in eine mit Quecksilber gefüllte Glasschale. Da er nun einen andern Eisendraht, der mit dem Silberstücke verbunden war, mit dem Quecksilber in Berührung brachte, sahe er einen kleinen schönen elektrischen Funken von bläulich grüner Farbe. M. s. Batterie, galvanische (Th. VI. S. 121. u. ff.). Zugleich war Boeckmann auch so glücklich eine Fläche von einigen Quadratlinien Blattgold durch die galvani-

α) Annalen der Physik. B. VII. S. 248. ff.
β) Annalen der Physik. B. VIII. S. 137. ff.

ſchen Funken zu verbrennen, wodurch er bewies, daß wirklich eine Schlagweite des Funkens ſtatt habe. Denn wenn er die völlige Berührung des Drahts mit dem Golde vorſichtig vermied, ſo konnte er das Ausziehen der Funken ſehr oft wiederholen. Auch entzündete er mittelſt der galvaniſchen Funken wohl ausgetrockneten Phosphor.

Durch die merkwürdigen Verſuche der Herrn Grapengießer, Bourguet, Ermann, Hellwich und von Taraſt in Berlin *) wurden durch galvaniſche Funken, Schwefel, Schwefelnaphtha, Schießpulver, ja ſogar das Gemiſch von zwey Theilen Waſſerſtoffgas und 1 Theile Sauerſtoffgas entzündet. Auch gelang es ihnen, eine Verſtärkungsflaſche durch die galvaniſche Elektricität zu laden, ſo wie dies vorher bereits dem Herrn Cruikſhank in England geglückt war. Wurde die äußere Belegung mit der Silberſeite, und ihr Kopf mit der Zinkſeite der Säule eine Zeitlang in Berührung gebracht, ſo zeigte die innere Belegung + E, und der äußere — E. Hatte man dagegen die innere Belegung mit der Silberſeite, und die äußere mit der Zinkſeite verbunden, ſo zeigte die innere — E, und die äußere + E. Auch hatte Cruikſhank die Schlagweite des galvaniſchen Funkens noch weiter und viel ſichtbarer, als Boeckmann, bewieſen. Nicht allein aus feſten Leitern, ſondern auch aus Waſſer konnte er den Funken in einiger Entfernung herauslaſſen.

Von dieſer Zeit an wurden die Verbrennungsproceſſe mittelſt galvaniſcher Funken von allen Seiten vervielfältiget. In der Regel ſind die galvaniſchen Funkenproductionen von Verbrennungen begleitet, und daher iſt ihre Farbe verſchieden; z. B. bey der Anwendung von ſpitzigen Eiſendrähten, in Form rother Strahlenbüſchel mit bläulichem Kerne; bey der Anwendung von Queckſilber, welches mit dem + E Eiſendraht in Berührung ſteht, ehe ihm der — E Eiſendraht genähert

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. VII. S. 48. ff.

wird, hellbläulich grün; bey Blattgold gelblich oder blaßröthlich weiß; bey Zinkblättchen hellbläulich weiß u. s. f. Behängt man zu diesen und ähnlichen Versuchen z. B. den Zinkpoldraht mit Blattsilber, Stanniol, unechtem Blattgolde u. s. w. und nähert dann den Draht des Silberpols den Enden oder den Oberflächen dieser Metalle, so verbrennen sie mit äußerst lebhaftem Glanze; verfährt man dagegen umgekehrt, indem man den Silberdraht mit jenen Metallen behängt, so kommt es gewöhnlich an diesem Silberpole bey den edlern Metallen nur zur glühenden Schmelzung und in beyden Fällen zur Zerstiebung in mehr oder minder wellenförmige Dampfwolken. Platindrähte kommen gewöhnlich an beyden Polen nur zum Schmelzen; zwey Eisendrähte schweissen zusammen, und andere verbrennliche Stoffe werden, wie beym elektrischen Funken, entzündet, und zum Verbrennen gebracht. Die Fähigkeit, durch galvanische Funken entzündet zu werden, wächst zum Theil mit der Leitung; daher werden dünne Metallblättchen am leichtesten verbrannt. Uebrigens erfolgen Entzündung und Verbrennung leichter in Sauerstoffgas, als in atmosphärischer Luft. Die Größe und Intensität des Funkenlichtes, so wie die entzündende Kraft des galvanischen Funken, nimmt nach Wilkinson und nach Cuthberson bey gleicher Plattenoberfläche, im Verhältnisse der Plattenpaare, und überhaupt mehr durch Lagenvermehrung, als durch Oberflächenerweiterung zu. M. s. den Artikel, Batterie, galvanische Th. VIII.

Auch beweisen die Versuche der Herren Basse in Hameln und Ermann in Berlin *), daß der galvanische Funke eben so, wie der elektrische, auf weite Entfernungen geleitet werden kann. Ueberhaupt hat sich die Meynung des Herrn Volta, daß nämlich der galvanische Funke dem elektrischen vollkommen gleich sey, durch die neuern Versuche hinreichend bestätiget.

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XIV. S. 384.

G.

Gährung (Zuſ. zu S. 584. Th. II.). Die Bedingungen, unter welchen eine Weingährung erfolget, ſind in dem Artikel angezeiget worden. Was aber den Hergang dieſer wichtigen Naturoperation ſelbſt betrifft, ſo waren einige der daher entſtandenen Erfolge noch unerklärbar. Man hatte nämlich bisher immer behauptet, daß der Alkohol, welcher durch eine Deſtillation des Weines gewonnen wird, ſich erſt während der Deſtillation erzeuge, und daher ein Produkt und keinesweges ein Edukt aus gegohrnen Flüſſigkeiten ſey. Allein Herr **Gay-Luſſac** hat erwieſen, daß der Alkohol als ſolcher wirklich in den gegohrnen Flüſſigkeiten, als in Weinen, dem Branntewein, dem Rum, Taffia, den Bieren u. ſ. w. ſich befinde. Außerdem war es noch unerklärbar, wohin der Stickſtoff des zerſetzten Gährungsſtoffes gekommen ſey, indem ſich bey der Gährung kein Stickſtoffgas entbindet. Nach den Unterſuchungen des **Theod. de Sauſſure** *) beſteht der **abſolute Alkohol** aus folgenden Beſtandtheilen: in 100 Theilen befinden ſich 43,65 Kohlenſtoff, 14,94 Waſſerſtoff, 3,52 Stickſtoff, 37,85 Sauerſtoff und 0,04 Aſche. Es ſcheint daher, daß ſich beym Gährungsacte der Stickſtoff des zerſetzten Gährungsſtoffes mit den übrigen Grundſtoffen zu Alkohol verbinde.

Auch hat Herr **Gay-Luſſac** **) zu beweiſen geſuchet, daß die Gährung des Traubenmoſtes nicht ohne Hülfe des Sauerſtoffs beginnen könne. Er hatte nämlich Traubenmoſt, welcher ſeit einem Jahre aufbewahret und noch vollkommen hell war, in eine andere Flaſche gefüllt, und dieſe, ſorgfältig geſtopft, einer Temperatur von 15 bis 30 Grad ausgeſetzt. Dieſer Moſt verlohr nach 8 Tagen ſeine Durchſichtigkeit, und wurde in eine weinige Flüſſigkeit umgeändert. Dagegen gab eine andre Flaſche deſſelben Moſtes, welche aber nicht mit der Luft in Be-

*) Journal de phyſique. April 1807.
**) Annales de Chimie Dec. 1810. p. 245-259. überſ. in Schweigger's Journal B. II. S. 190 ff.

rührung gebracht wurde, kein Zeichen einer Gährung, ungeachtet sie sich in den günstigsten Umständen zu deren Entwickelung befand. Aus diesen und andern Versuchen scheint hervorzugehen, daß der lange Zeit aufbewahrte Most, ohne Berührung des Sauerstoffgases nicht gähren kann.

Dies Resultat wird noch wahrscheinlicher dadurch, daß die Luft, welche sich noch in verschiedenen seit einem Jahre aufbewahrten Flaschen Most befand, durch Volta's Eudiometer zerlegt, keine Spur von Sauerstoffgas zeigte.

Auch der frische Traubenmost kommt in keine Gährung, wenn die Trauben gegen die Berührung der Luft geschützt, zerquetscht werden. Es wurden nämlich unter eine Glocke, welche mit Queckſilber gesperrt und fünfmal nach einander mit Wasserstoffgas angefüllt war, um den geringsten Antheil von atmosphärischer Luft zu vertreiben, noch sehr unverletzte Weintrauben gebracht; hiernächst wurden sie zerquetscht und einer Temperatur von 15 bis 20 Grad ausgesetzt. Nach 25 Tagen zeigte sich keine Gährung, während sie sich an demselben Tage in dem Moste zeigte, dem etwas Sauerstoffgas zugesetzet worden war. Die völlige Ueberzeugung, daß die Abwesenheit des Sauerstoffgases die Gährung in der ersten Glocke hinderte, erhielt man dadurch, daß, als etwas Sauerstoffgas hinzugelassen wurde, dieselbe sogleich eintrat. Auch konnte man bey den letzten beyden Versuchen deutlich bemerken, daß fast alles Sauerstoffgas verschwunden war; indeß ließ sich nicht ausmitteln, ob es sich mit Kohlenstoff, oder mit Wasserstoff verbunden hatte. Bey diesen Versuchen erhielt man 120 mal mehr kohlensaures Gas, als Sauerstoffgas dem Traubenmoste zugesetzet worden war. Hieraus erhellet, daß, wenn auch der Sauerstoff zum Beginnen der Gährung erforderlich ist, er es nicht zur Fortsetzung derselben nothwendig sey, und daß der größte Theil der entstandenen Kohlensäure durch die gegenseitige Wirkung der Grundstoffe der Gährungsmittel und des Zuckerstoffes erzeuget werde.

Zucker und Bierhefe können ohne Berührung mit Luft in Gährung kommen. Da nun der Traubenmost diese Eigenschaft nicht besitzet, so erhellet, daß ein Unterschied zwischen der Bierhefe und dem Gährungsstoffe der Trauben Statt finde. Gay-Lussac vermuthet, daß der Gährungsstoff in einer sehr großen Anzahl von Körpern fest seyn möge, sich aber in einem besondern, von der Bierhefe verschiedenen Zustande, befinde. Es könne möglich seyn, daß es nur einen Gährungsstoff gebe, und daß blos ein geringer Antheil Sauerstoff das Auszeichnende der Bierhefe hervorbrächte, während jener, in dieser Beziehung, dem Indig ähnlich wäre, welcher fähig sey, sich zu oxydiren und zu desoxydiren.

Nach der Zeit hat Herr Gay-Lussac die Art der Weingährung noch genauer durch Versuche auszumitteln gesucht, und zieht aus denselben die Folge, daß, wenn 100 Theile Zucker gegeben sind, sich während der Gährung 51,34 Theile in Alkohol und 48,66 Theile in Kohlensäure verwandelt haben *).

Galläpfelsäure (Zus. z. S. 586. Th. II.). Berzelius hat das Verhältniß der Bestandtheile dieser Säure folgender Maaßen bestimmt. In 100 Theilen befinden sich darin

Wasserstoff	5,00	Theile
Kohlenstoff	56,64	—
Sauerstoff	38,36	—
	100	—

Galvanismus (Zus. zu S. 485. Th. VI.). Die chemischen Wirkungen, welche man an der Volta'schen Säule wahrgenommen hatte, wurden nunmehr ein vorzüglich wichtiger Gegenstand der Untersuchung. Es hatte nämlich der damalige Kaiser von Frankreich, Napoleon, einen Preis auf Entdeckungen im Gebiete des Galvanismus ausgesetzt. Der Herr Professor Pacchiani zu Pisa

*) Annales de Chimie To. XCV. p. 319.

ward dadurch besonders angereizet, eine Menge von Versuchen mit der galvanischen Säule vorzunehmen [α]). Nach diesen glaubte er auf die Entdeckung der Bestandtheile der Salzsäure gekommen zu seyn. Durch ähnliche Versuche wollten dasselbe Resultat durch Zersetzung des Wassers vermittelst des Volta'schen Apparats die Herrn Brugnatelli [β]), Riffault, Chompré, Veau de Launay [γ]) und andere erhalten haben. Mehrere Physiker und Chemiker wurden durch diese vermeinte Entdeckung aufgereizt, die galvanische Säule, welche einige Jahre hindurch nicht sonderlich mehr geachtet wurde, mit neuer Aufmerksamkeit zu betrachten. Viele glaubten nun entdeckt zu haben, daß der + Pol bey seiner Entladung durch Flüssigkeiten Säuren, der — Pol aber Alkalien erzeuge, und vermutheten, daß aus den Bestandtheilen des Wassers an den entsprechenden Polen der galvanischen Säule Salzsäure und Natron gebildet werden können. M. s. den Artikel: Salzsäure. Dagegen waren aber sehr viele andere Physiker ihren genauen angestellten Versuchen zu Folge der Meynung, daß aus reinem Wasser weder Säure noch Alkali, sondern bloß Sauerstoffgas und Wasserstoffgas vermittelst der Säule erhalten werden könne. Um endlich die wahre Beschaffenheit der vermeinten Bildung von Säure und Alkali darzulegen, entschlossen sich die Herrn Berzelius und Hisinger [δ]) eine Reihe von Versuchen, über die Wirkung der galvanischen Säule auf Salze und einige von ihren Basen zu unternehmen. Aus diesen glaubten sie folgende allgemeine Folgerungen abzuleiten:

1. wenn sich die galvanische Säule durch eine Flüssigkeit entladet, so sondern sich die Bestandtheile derse-

α) Nuovo Giornale dei Litterati. Pisa 1805. Maj. u. Jun. S. 368 f. auch Annales de Chimie. To. LV. p. 15.
β) Journal de physique. To. LXII. p. 298 sq.
γ) Gilbert's Annalen der Physik. B. XXIII. S. 436.
δ) Neues allgemeines Journal der Chemie herausg. von Schlen. B. I. S. 115 ff.

ben also von einander ab, daß sich einige von ihnen um den — Pol, andere um den + Pol ansammlen.

2. Diejenigen Stoffe, welche sich zum Drahte eines und desselben Pols hinbegeben, stehen unter sich in einer gewissen Analogie. Zum negativen Pol gehen alle brennbare Körper; zum positiven hingegen Sauerstoff, Säuren und oxydirte Körper.

3. Die relative Quantität der Zerlegung hat bey vielfach zusammengesetzten Flüssigkeiten, ein aus den Affinitätsgraden der Zusammensetzungen und der Menge ihrer Berührungspunkte mit dem Leiter zusammengesetztes Verhältniß. Es kann daher geschehen, daß die festere Vermischung allein, die schwächere aber gar nicht zersetzet wird, wenn diese nicht in hinreichender Menge den Leiter berühret. Je stärker die Affinität ist, um desto größer muß auch jene relative Quantität seyn, und so umgekehrt.

4. Die absolute Quantität der Zerlegung verhält sich wie die Quantität der Elektricität. Diese letztere verhält sich, wie die Größe der Berührung der Metalle an der Säule mit ihrem feuchten Leiter.

5. Je schwerer eine Flüssigkeit die Elektricität hindurchläßt, je kräftiger widersteht sie der Zerlegung.

6. die Erscheinungen bey jeder Zerlegung werden durch folgende Umstände bestimmt:

a. durch die Affinität der geschiedenen Bestandtheile zum Leiter, in wie fern sie mit ihm eine Verbindung eingehen können.

b. durch die gegenseitige Affinität der Bestandtheile, wenn mehrere zugleich abgesetzet werden.

c. durch die Cohäsion der neuen Verbindungen.

7. Wasser wird in Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt, die aber in unzerlegtem Wasser unauflöslich sind; daher ersteres vom negativen und letzteres vom positiven Draht gasförmig entwickelt wird.

Schwefelsäure giebt am negativen Draht Schwefelniederschlag, am positiven Sauerstoff, der in Gasform entweicht; Salpetersäure am negativen Draht Stickstoff, am positiven Sauerstoff u. s. f.

Uebrigens wagten die beyden Herrn noch nicht zu bestimmen, wie die angeführten Zerlegungen durch Einwirkung der galvanischen Säule erfolgen müsse; doch scheine ihnen am meisten natürlich, dieselben durch Vorziehung der Elektricität, die sie für gewisse Stoffe, und Zurückstoßung, die sie gegen andere äußere, zu erklären, ob ihnen gleich diese Erklärung wenig genügend scheine.

Einige Jahre später wiederholte Humphry Davy *) diese Versuche mit weit größern und mächtigern galvanischen Säulen. Er bewies dadurch ebenfalls, daß alle Zersetzungen und die dabey statt findenden Erscheinungen, welche durch die galvanische Elektricität bewirkt werden, auf folgendem allgemeinen Gesetze beruhen: der Wasserstoff, die alkalischen Substanzen, die Metalle und gewisse Metalloxyde werden von negativ-elektrisirten Metallflächen angezogen, und von den positiv-elektrisirten Metallflächen zurückgestoßen; dagegen werde der Sauerstoff und die Säuren von den positiv-elektrisirten Metallflächen angezogen, und von den negativ-elektrisirten Metallflächen zurückgestoßen. Diese anziehenden und zurückstoßenden Kräfte sind übrigens energisch genug, um die gewöhnlichen Wirkungen der Wahlverwandtschaft zu zerstören oder zu hemmen.

Herr Davy versuchte auch, einige Zersetzungen und Hinüberführungen durch gewöhnliche Elektricität zu bewirken: dazu diente ihm eine Nairn'sche Elektrisirmaschine, deren Cylinder 15 Zoll im Durchmesser und 2 Fuß in der Länge hatte. Als er durch denselben Apparat, der ihm zu den Zersetzungen, mittelst der galvanischen Säule diente, einen starken elektrischen Strom vier Stunden lang durch eine Auflösung von schwefelsaurem Kali sanft

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XXVIII. S. 161 ff.

hatte hindurchſtrömen laſſen, war darin keine Wirkung wahrzunehmen. Als er dagegen nach Art des D. Wallaſton Spitzen von ſchöner Platina, die nur $\frac{1}{70}$ Zoll im Durchmeſſer hatten und in Glasröhren befeſtiget waren, zu dem Verſuche nahm, ſie in kleinen Gefäßen, welche 3 bis 4 Gran ſchwefelſaurer Kalkauflöſung enthielten und durch genäßten Asbeſt in Verbindung ſtanden, einander näherte, und poſitive und negative Elektricität der Maſchine durch ſie dieſen Auflöſungen zuführte, erſchien in weniger als zwey Stunden Kali um die negativ-elektriſirte Spitze, und Schwefelſäure um die poſitiv-elektriſirte Spitze. Bey einem andern ähnlichen Verſuche wurde Schwefelſäure über den genäßten Asbeſt hinweg in Waſſer geführt.

Es war daher gar kein Zweifel, daß nicht für die gewöhnliche Elekricität daſſelbe hier dargeſtellte Princip der Wirkſamkeit gilt, wie für die galvaniſche Elektricität.

Herr Davy hatte bereits in einer Reihe von Verſuchen, welche er im Jahre 1801 über den Bau von galvaniſchen Verbindungen aus abwechſelnden Lagen eines Metalles und zweyer Flüſſigkeiten angeſtellet hatte, beobachtet, daß, wenn man flüſſige Säuren oder Alkalien zu Elementen dieſer Vorrichtungen nimmt, die flüſſigen Alkalien ſtets die Elektricität von dem Metalle erhalten, die Säuren dagegen immer die Elektricität dem Metalle überlaſſen. Waren z. B. die Elemente zuſammengeſetzt aus Zinn, Waſſer, Kaliauflöſung, ſo gieng der Kreislauf der Elektricität vom Waſſer zum Zinne und vom Zinne zur Kaliauflöſung; waren dagegen die Elemente ſchwache Salpeterſäure, Waſſer und Zinn, ſo ſtrömte die Elektricität von der Säure zum Zinne und vom Zinne zum Waſſer.

Dieſes Grundgeſetz ſcheint in unmittelbarem Zuſammenhange mit den allgemeinen Erſcheinungen der Zerſetzung und der Hinüberführung zu den Polen der galvaniſchen Säule zu ſtehen. Dieſem zu Folge müßte in dem einfachſten Falle der elektriſchen Wirkung bey dieſen Erſchei-

nungen das Alkali, welches stets Elektricität von dem Metalle, auf Kosten desselben, empfängt, in Beziehung auf das Metall positiv elektrisch seyn, während die Säure, welche dem Metalle Elektricität abtritt, in Beziehung auf dasselbe negativ elektrisch wäre; und da dann diese Substanzen in Beziehung auf die Metalle, die eine positive, die andere eine negative elektrische Kraft besäßen, so müßten sie auch, wie es scheint, in ihren attractiven und repulsiven Functionen denselben Gesetzen der Anziehung und Zurückstoßung als die gewöhnliche Elektricität unterworfen seyn. Der mit der positiven Kraft begabte Körper, das Alkalit, müßte durch die positiv-elektrischen Flächen zurückgestoßen, und von den negativ-elektrisirten Flächen angezogen werden, indeß bey dem Körper, der die negative Kraft besitzet, die Säure, die umgekehrte Art des Verhaltens statt fände.

Herr Davy hat diese Vorstellung durch eine Menge von Versuchen aufs vollkommenste bestätiget gefunden. Es müßte hiernach der Sauerstoff in Beziehung auf die Metalle mit einem negativen, und der Wasserstoff in Beziehung auf die Metalle mit einem positiven Vermögen versehen seyn. Dies ließ sich durch keine unmittelbaren Versuche der Berührung darthun; indeß dienen die Wirkungen derjenigen Körper, deren Hauptbestandtheile diese einfachen Stoffe sind, zur Bestätigung dieses allgemeinen Gesetzes. So fand Herr Davy, daß in galvanischen Säulen aus einer erregenden Flüssigkeit, einem Metalle und Wasser, Schwefel-Wasserstoff-Wasser gerade so wirkt, wie alkalische Auflösungen, und das flüssige oxygenirte Salzsäure ihnen viel mehr Kraft, als die allerconcentrirste Salzsäure giebt; beydes läßt sich auf keine andre Art begreifen, als, das erste aus der Wirkung des gebundenen Wasserstoffs, und das andere aus der Wirkung des gebundenen Sauerstoffs. Dieses wird aufs vollkommenste durch die Wirkung der flüssigen Schwefel-Wasserstoff-Alkalien bestätigt; sie äußern in Hinsicht

der Metalle das positive Vermögen in einem sehr hohen Grade.

Wenn also zwey Körper gegen einen dritten entgegengesetzte elektrische Kräfte zeigen, so kann man ohne Bedenken schließen, daß sie auch in ihrer gegenseitigen Beziehung, einer auf den andern, entgegengesetzte elektrische Kräfte besitzen. Bey einem Versuche aus Kalk und Sauerkleesäure wurde dies vollkommen bestätigt. Ein trockenes Stück Kalk aus dichtem und sehr reinem Flötzkalkstein gemacht, der so geschnitten war, daß er eine sehr große ebene Fläche hatte, wurde durch wiederholte Berührung mit Krystallen von Sauerkleesäure positiv-elektrisch; als dagegen die Krystalle auf das condensirende Elektrometer gelegt waren, und sie mehrmals mit dem Kalksteine berühret wurden, divergirten die Goldblättchen mit negativer Elektricität. Durch die Berührung der Säure und durch die des Alkali mit dem Metalle entstand aber gerade ein Bestreben nach dem entgegengesetzten Erfolge. Beyde mußten also sehr stark auf einander eingewirkt haben.

Man kann daher annehmen, daß alle Säuren, und überhaupt der Sauerstoff, so wie von der andern Seite alle Alkalien und der Wasserstoff, in einerley Art von elektrischen Beziehungen stehen, und daß (was die Zersetzungen und Veränderungen betrifft, welche die Elektricität bewirkt) Körper, welche von Natur chemisch mit einander verwandt sind, dessen ungeachtet sich mit einander verbinden oder in Verbindung zu bleiben, unfähig werden, so bald sie sich in einem elektrischen Zustande befinden, der von der natürlichen Ordnung verschieden ist. So trennen sich die Säuren in dem positiven Theile des flüssigen Bogens von selbst von den Alkalien, und der Sauerstoff vom Wasserstoffe; und an der negativen Seite vereinigen sich weder die Metalle mit dem Sauerstoffe, noch bleiben die Säuren mit den Metalloxyden verbunden. Durch dieses Mittel scheinen die anziehenden und abstoßen-

den Kräfte von den Metalloberflächen durch das ganze flüssige Mittel hindurch mitgetheilt zu werden.

Hiernächst zeigt der Herr **Davy** durch mancherley Versuche, welcher Zusammenhang zwischen den elektrischen Kräften der Körper und ihren chemischen Verwandtschaften Statt habe, wovon der Artikel **Verwandtschaft** nachzulesen ist.

Diese mit der galvanischen Säule angestellten so äußerst folgereichen Versuche verbreiteten über die Natur und Wirkung der galvanischen Kette ein größeres Licht, und gaben Veranlassung, die damaligen Theorien des Galvanismus näher zu prüfen. **Volta's** Theorie, welche schon damals von mehreren Physikern und Chemikern mit starken Gründen vertheidiget wurde, erhielt durch diese aufgefundenen Resultate einen festern Grund. Indessen waren noch mehrere Umstände vorhanden, welche dieser **Volta**'schen Theorie noch keinen allgemeinen Sieg verschafften. Die fast bis ins Unendliche verschiedene Wirksamkeit der galvanischen Säule bey Anwendung der verschiedenartigen Flüssigkeiten ließ mehrere vermuthen, daß eine andere Ursache, als die Berührung, hier wirke, und daß vorzüglich die Oxydation des einen Metalls als wahre Ursache der Elektricität zu betrachten sey, indem die Erregung derselben in dem Maaße zunehme, als die Oxydation stärker werde. Es betrachtete daher eine sehr große Anzahl von Naturforschern und Chemikern die Elektricität der galvanischen Säule als eine Folge von der Oxydation des Zinks, und diese als eine nothwendige Bedingung, ohne welche diese Elektricität nicht statt finden könne. Einer der vorzüglichsten Vertheidiger dieser letzten Meynung war selbst damals nach **Berzelius**. Einige Jahre nach den von ihm und **Hisinger** angestellten Versuchen mit der galvanischen Säule machte **Berzelius** seine damalige Theorie über Galvanismus bekannt *). Er fängt darinne mit einem Satze an, wel-

*) Aus der schwedischen Handschrift übersetzt von S. P. Leffley in Gehlen's Journal für die Chemie u. Phys. B. III. S. 172 ff.

cher nach seiner Meynung die Hauptstütze seiner Theorie war. Es sollte nämlich aus längst bekannten Versuchen mit dem Condensator entschieden seyn, daß die Oxydation, welche die Auflösung der Metalle begleitet, wie auch diejenige, worin das Verbrennen besteht, die Bestandtheile + E und — E der elektrischen Materie trenne. Hiernach stellte er sich nun vor, daß die Elektricitätserregung in der galvanischen Kette nicht von der Stelle ausgehe, wo sich die beyden heterogenen Elektromotore, mithin im gewöhnlichen Falle die beyden Metalle, berühren, sondern daß vielmehr der feuchte Leiter durch den chemischen Prozeß, den er einleite, die eigentliche Quelle der Elektricität werde. Nach ihm sollte daher die wahre Anordnung der Säule, Zink, Flüssigkeit, Kupfer oder Silber, nicht wie gewöhnlich, Flüssigkeit, Zink, Kupfer, seyn. Vermöge der Oxydation soll nun eine Vertheilung der Elektrität in der oxydirenden Flüssigkeit erfolgen: nämlich — E dieser Flüssigkeit sammle sich an der Zinkfläche an, auf welcher die Oxydation geschiehet, und ihr + E werde zurückgestoßen, und sammle sich an dem gegenüberstehenden Leiter, an der Kupfer- oder Silberfläche, an. Beyde auf diese Weise durch Vertheilung entstandene Elektricitäten der Flüssigkeiten sollen eben so vertheilend auf die Elektricitäten der Zink- und Kupfer- oder Silberplatte wirken, und dadurch die Elektricitäten im Innern der Schicht gebunden, nach außen aber frey werden, im Zink + E und im Kupfer — E, wodurch nun die Schicht geladen sey, und auf eine dem Elektrophor ganz ähnliche Art wirke, nur daß in ihr das Flüssige, welches den Harzkuchen vorstelle, die Elektricität durch sich hindurchlasse, und durch die fortgehende Oxydation an der Zinkfläche beständig wieder geladen werde. Wenn nun die Oberflächen der beyden Metallplatten durch einen metallenen Draht in Verbindung gebracht wurden, so vereinigten sich blos die nach diesen Endplatten hingetriebenen + E der einen mit — E der andern, so wie + E der Flüssigkeit mit — E der einen

und — E der Flüssigkeit mit + E der andern Metallplatte der an die Flüssigkeit grenzenden Flächen. Dadurch werde die Elektricität in der Flüssigkeit vermehret, weil die Oxydation an der Zinkfläche beständig fortgehe, und dadurch + E und — E der Flüssigkeit immerfort trenne, so daß in der Flüssigkeit ein ununterbrochenes Vertheilen der Elektricität, und in den Metallen durch den verbindenden Draht ein eben so beständiges Wiederherstellen des Gleichgewichtes derselben Statt finde. Hieraus suchte nun Berzelius begreiflich zu machen, wie sich durch Wegnahme und Wiederhinzuführung des leitenden Drahtes zu den äußersten Enden der Metallplatten die Intensität der Elektricität in der Schichte beträchtlicher werden könne.

Verbinde man nun mehrere solche galvanische Paare zu einer Säule, so müsse auch natürlich bey der Entladung eine stärkere Wirkung entstehen, dies aber nicht, wie man sich wohl denken könnte, weil die vereinigte Elektricität an allen Paaren durch die Endscheiben oder Pole entladen wurde (vielmehr würden sich nur die Elektricitäten dieser Endscheiben ins Gleichgewicht setzen) sondern die vermehrte Kraft der Säule beruhe auf folgenden:

1. Wenn bey der Entladung der Endscheiben, alle übrigen Paare in demselben Augenblick wegen der im nächstfolgenden Paar frey werdenden Elektricität, entladen würden, strebe die Elektricität der Endscheiben nach Gleichgewicht mit einer Kraft, die aus der von allen Paaren zusammengesetzt sey. Dadurch steige in der Säule zugleich mit der Anzahl von Paaren, die Intensität der Ladung; ob sie gleich nicht auf dieser größern Anzahl allein beruhe.

2. Durch Zusammenstellung mehrerer Paare werde Vertheilung der Elektricität in jedem einzelnen Paare verstärkt; denn das isolirte Paar habe an der einen Seite eine kleine Quantität + E, und an der andern ein wenig — E frey, und wenn zwey solche Paare, das eine aufs andere und mit verschiedenen Belegungen zusammen,

+ E gegen — E geſtellet würden, ſo werde + E der obern Belegung des untern Paars von — E an der untern Seite der Flüſſigkeit des obern Paars, desgleichen + E der untern Belegung des obern Paars von — E oben an der Flüſſigkeit des untern Paares angezogen, und ſie bänden da, jede an ihrem Ort, eine größere Quantität entgegengeſetzter Elektricität, als durch Oxydation vorher ſchon dahin gebracht wäre. Dadurch werde die elektriſche Vertheilung in beyden durch Zuſammenfügung größer, als in jedem für ſich. Lege man auf die beyden Paare ein drittes, ſo müſſe einer Seits die freye Elektricität dieſes Paares die Vertheilung der Elektricität in den beyden andern Paaren vermehren, anderer Seits die vermehrte Elektricität der beyden ſchon zuſammengefügten Paare auch in dem hinzugekommenen die Vertheilung befördern, ſo daß die Vertheilung überhaupt in allen dreyen, wenn ſie zuſammenſtänden, größer werde, als in den zweyen, und dies nehme bis zu einer gewiſſen nicht zu überſchreitenden Grenze zu, d. h. bis es durch neu hinzugefügte Paare deswegen nicht vermehret werden könne, weil es die Capacität der Flüſſigkeit für Intenſität der Vertheilung, oder richtiger, der Ladung überſteige.

Hiernach gebe es alſo in der galvaniſchen Säule in den Flüſſigkeiten überall Vertheilung der Elektricität, und in den Metallen ihr Wiedereintreten in das Gleichgewicht. Uebrigens müſſe die Capacität für Intenſität der Ladung verſchieden ſeyn, theils in den Flüſſigkeiten, nachdem ſie eine verſchiedene Menge Sauerſtoff jeden Augenblick an das Metall abgäben, theils ſelbſt in einer und derſelben Flüſſigkeit, nach der verſchiedenen Größe der belegten Oberfläche, ſo wie es die bisherigen Erfahrungen gelehret hätten. Dabey ſtelle ſich zugleich ein zuvor ganz unbemerktes chemiſches Phänomen ein. Denn es werde hier nicht allein die Elektricität vertheilet, ſondern ſelbſt die Beſtandtheile der Flüſſigkeiten trennten ſich und geriethen in einen Vertheilungszuſtand, wobey die

chemiſchen Verwandtſchaften der meiſten aufgelößten Materien überwunden würden, und beſtimmte Körperklaſſen jede die ihrige Elektricität zum entgegengeſetzten Poldrahte begleiteten, woſelbſt ſie, indem ihre Elektricität geſättiget werde, ſich, nach ihrer verſchiedenen Auflöslichkeit in dem Flüſſigen aufgelößt, um den Draht anhäuften, kryſtalliſirt, gefällt oder in Gas verwandelt würden. So begleiteten brennbare Körper, Alkalien und Erdarten die poſitive Elektricität zum negativen Draht; Sauerſtoff, Säuren und oxydirte Körper die negative zum poſitiven.

Als Hauptgründe gegen Volta's Theorie führte Berzelius zwey ihm eigenthümlich zugehörige Verſuche an, Volta hatte nämlich bekannter Maaßen angenommen, daß es blos die Wirkung der Metalle auf einander ſey, welche die Lage der Pole beſtimme, und daß nur der feuchte Zwiſchenleiter die Möglichkeit begründe, daß es zum elektriſchen Strome komme, und durch die Uebereinanderſchichtung von Plattenpaaren die Wirkung ſich vervielfache. Gegen dieſe Sätze ſtellte Herr Berzelius zwey Säulen auf, aus deren Action erwieſen werden ſollte:

1. daß nur durch die Oxydation, nicht aber durch die Metalle, die Polarität der Säule beſtimmt werde, und

2. daß ſich in der Säule keine Action, kein elektriſcher Strom, vorfinde, wenn in derſelben wegen gewiſſer Umſtände, unter welchen ſich der feuchte Zwiſchenleiter befand, keine Oxydation vorgehe.

Den erſten Satz glaubte Berzelius durch eine Säule aus Zink, Pappe, in eine gekochte und völlig geſättigte Auflöſung von ſalzſaurem Zink getaucht, Pappe, in Salpeterſäure von nämlichen eigenthümlichen Gewichte wie die Zinkauflöſung getaucht, Kupfer, Zink u. ſ. f. zu erweiſen. Die beyden Pappſcheiben, welche hier in gänzlicher Berührung ſind, bilden daher nur eine Schicht von Flüſſigkeit, und die Säule iſt daher, mit Rückſicht auf Volta's Theorie, in der nämlichen Verfaſſung, wie

die auf gewöhnliche Art errichtete; hier war aber der Kupferpol der — Pol, und der Zinkpol + Pol, da die dem Kupfer zugekehrte Seite der Flüssigkeit das Metall oxydirt und —E erhält, die Zinkseite dagegen, woselbst das Metall nicht angegriffen wurde +E erhalte. Wenn Volta's Anhänger diese Erscheinung durch elektrische Vertheilung zwischen einem Metall und einer der Flüssigkeiten erklärten, so gelte bey dieser Erklärung ein Leiter der zweyten Classe mehr als einer der ersten, was sich aber mit den Voraussetzungen dieser Theorie durchaus nicht reimen lasse.

Was den zweyten Satz betrifft, so suchte er diesen durch eine Säule aus Zink, in die obige Zinkauflösung getauchter Pappe, Kupfer, Zink u. s. f. zu beweisen, indem er nämlich dieselbe in geschlossener Kette mit einem Apparate zur Wasserzersetzung, in reines Wasserstoff- oder Stickstoffgas unter eine Glocke brachte. Im ersten Augenblicke äußerte dieselbe eine gewisse, jedoch geringe Wirksamkeit, indem man bey der Errichtung das Eindringen von atmosphärischer Luft in die Flüssigkeit durchaus nicht verhindern konnte, wodurch dann eine geringe Oxydation, mit daraus herzuleitender Elektricitätsvertheilung statt fand. Nach einer kleinen Weile hörte aber alle Wirksamkeit auf. Nahm man nun die Glocke weg, so äußerte sich die Säule wieder wirksam, sobald die Flüssigkeit der Pappe den Sauerstoff der Luft aufzunehmen angefangen hatte; und wenn jetzt der Apparat unter die Glocke in atmosphärische Luft gestellet ward, so wurde aus dieser, im Verhältniß wie die Wirksamkeit wiederkehrte, der Sauerstoff absorbirt, bis zuletzt beynahe nur der Stickstoff übrig blieb. Nehme man nun die Säule auseinander, und lasse die dem Zink zugekehrte Seite der Pappe eine Zeitlang der freyen Luft ausgesetzt, so erhalte die von neuem errichtete Säule eine große Wirksamkeit, die aber bald vermindert werde. Die Zinkauflösung, mit oder ohne atmosphärische Luft, sey ja immer ein guter Leiter der zweyten Classe: und wie könne

man den Einfluß der Oxydation hiebey im geringſten verkennen?

Faſt zu gleicher Zeit mit Berzelius ſtellte Humphrey Davy eine andere Theorie des Galvanismus aus ſeinen angeſtellten vielfältigen Verſuchen auf. Vorher war er der faſt allgemeinen Meynung beygetreten, daß nämlich die chemiſchen Veränderungen die erſten und Haupturſachen der galvaniſchen Erſcheinungen ſeyn. Allein durch Reſultate neuerer Verſuche wurde er überzeuget, daß hier nothwendig eine andere Kraft thätig ſeyn müſſe. Einer chemiſchen Einwirkung ließ ſich die Elektricität, welche ſich in der gegenſeitigen Berührung der Metalle entwickelt, ſchon aus dem Grunde nicht zuſchreiben, weil in einer trocknen Atmoſphäre, in welcher ſelbſt die oxydirbarſten Metalle unverändert bleiben, dieſe Elektricität weit ſtärker und kraftvoller erſcheinet, als in einer feuchten Atmoſphäre, in welcher mehrere Metalle eine chemiſche Veränderung erleiden.

Eine andere Thatſache, welche Davy'n überzeugte, daß hier eine andere Kraft wirke, iſt folgende. In einem Volta'ſchen Apparate, der aus verdünnter Salpeterſäure, Zink und Kupfer beſteht, iſt die Seite des Zinks, auf welche die Säure wirkt, poſitiv; in einem Apparate dagegen, der aus Zink, Waſſer und verdünnter Salpeterſäure zuſammengeſetzet wird, iſt die dieſer Seite ausgeſetzte Oberfläche des Zinks negativ. Wäre daher die chemiſche Einwirkung der Säure auf den Zink die Urſache der Elektricität, ſo müßte die Elektricität in beyden Fällen dieſelbe ſeyn.

Ferner bemerket Davy, daß in dem Falle einer einfachen chemiſchen Veränderung nie Elektricität entſtehe. Eine große Menge darüber angeſtellter Verſuche beſtätigte dies aufs vollkommenſte. So giebt Eiſen in Sauerſtoffgas verbrannt, das mit einem condenſirenden Elektrometer auf eine ſchickliche Art verbunden iſt, dem Elektrometer während des Verbrennens keine Spur von Elektricität; Salpeter und Holzkohle, welche, während ſie mit

einander verpuffen, mit demselben Elektrometer in Verbindung stehen, zeigen an den Goldblättchen nicht die geringste Divergenz; während festes reines Kali in einem isolirten Platinatiegel sich mit Schwefelsäure verbindet, entsteht kein Zeichen von Elektricität u. d. g. — Diese Thatsachen widerlegen schon den von Berzelius ersten angenommenen Satz, daß nämlich während des Verbrennens eine Vertheilung der beyden Elektricitäten statt finde. —

Herr Davy macht sich den Resultaten zu Folge, welche er aus seinen Versuchen erhalten hat, von der Wirkung der Volta'schen Säule folgende Vorstellung. Nach ihm scheint die Anziehung, welche die chemischen Wirkungsmittel von den positiven und negativen Oberflächen in dem Volta'schen Apparate erleiden, die große Tendenz zu haben, das elektrische Gleichgewicht wieder herzustellen. In einer galvanischen Säule aus Kupfer, Zink und Kochsalzwasser hört aller Kreislauf der Elektricität auf, und ist das Gleichgewicht hergestellt, wenn das Kupfer an beyden Seiten mit dem Zinke in Berührung gesetzet ist; und der Sauerstoff und die Säuren, welche vom positiv elektrischen Zinke angezogen werden, äußern ähnliche Wirkungen auf das Kupfer, wahrscheinlich jedoch in einem schwächern Grade; und da sie fähig sind, sich mit dem Metall zu verbinden, so erzeugen sie blos ein momentanes Gleichgewicht.

Die elektrischen Kräfte der Metalle, eines in Beziehung auf das andere, oder der im Wasser aufgelößten Substanzen, scheinen in den Volta'schen und den ähnlichen Apparaten die Ursache der Aufhebung des Gleichgewichtes zu seyn. Die chemischen Veränderungen scheinen dahin zu streben, das Gleichgewicht wieder herzustellen; und höchst wahrscheinlich hängen die Erscheinungen, welche diese Apparate zeigen, von der vereinten Wirkung beyder Ursachen ab.

In der Volta'schen Säule aus Zink, Kupfer und Kochsalzwasser, welche dem, was man die Bedingung

ihrer elektrischen Spannung genannt hat, gemäß, angeordnet ist, sind die sich berührenden Kupfer- und Zinkplatten in entgegengesetzten Zuständen der Elektricität. Für eine Elektricität von so schwacher Intensität ist Wasser ein isolirender Körper. Daher bewirkt jede Kupferscheibe in der ihr gegenüberstehenden Zinkseite eine Vermehrung positiver Elektricität durch Vertheilung, und umgekehrt jede Zinkscheibe in der ihr gegenüberstehenden Kupferscheibe eine Vermehrung der negativen Elektricität, und die Intensität wächst im Verhältnisse der Zahl, die Quantität im Verhältnisse der Größe der Oberflächen, welche die Reihe ausmachen.

Wenn die beyden Enden mit einander in leitende Verbindung gesetzet werden, so streben die beyden entgegengesetzten Elektricitäten, sich gegenseitig aufzuheben; doch nur, wenn die zwischen den Plattenpaaren befindliche Flüssigkeit unzersetzbar ist, läßt es sich denken, daß das Gleichgewicht wirklich hergestellt, und der Kreislauf der Elektricität gehemmt werde. Da aber das Kochsalzwasser aus zwey Paar Elementen besteht, die entgegengesetzte elektrische Kräfte haben, so werden der Sauerstoff und die Säure von dem Zinke, der Wasserstoff und das Alkali vom Kupfer angezogen. Daher ist nur für einen Augenblick ein Gleichgewicht der Kräfte. Der Zink wird aufgelöset, (es vereinigen sich also der Sauerstoff und die Säure an der positiven Oberfläche mit dem Zinke), und der Wasserstoff entbindet sich (an der Kupferfläche); die negative Kraft des Kupfers und die positive des Zinks entwickeln sich aufs neue, blos geschwächt durch die entgegengesetzte Kraft des Natrons, welches das Kupfer berühret, und der Prozeß der elektrischen Bewegung dauert so lange fort, als die chemischen Veränderungen vorgehen können.

Diese Theorie vereiniget nach Davy gewisser Maaßen mit einander die Hypothese Volta's über die Wirksamkeit der Säule, und die Meynung, welche sehr viele englische Physiker angenommen haben, der Galvanis-

mus sey chemischen Ursprungs; sie wird überdies durch eine Menge anderer Thatsachen und Erfahrungen bestätigt und verstärkt.

So äußert eine Volta'sche Säule von 20 Platten-Paaren Kupfer und Zink keine dauernde elektrische Kraft, wenn der feuchte Leiter von Luft befreyetes Wasser ist; denn dieses erleidet keine schnelle chemische Veränderung, und das Gleichgewicht scheint sich durch dasselbe auf eine dauernde Art herstellen zu können. Auch concentrirte Schwefelsäure ist ohne Wirkung, ob sie gleich lange kein so schlechter Leiter als Wasser ist. Denn auch sie wirkt nur wenig auf den Zink, und kann nur durch eine starke Kraft selbst zersetzet werden. Die Säulen, welche als feuchten Leiter reines Wasser oder concentrirte Schwefelsäure enthalten, werden unstreitig Schläge geben; eine Wirkung, welche mit der Wiederherstellung des Gleichgewichtes, das durch die Kraft der Metalle aufgehoben ist, in Verbindung steht; wenn aber die Endplatten dieser Säulen mit einander verbunden sind, so findet in ihnen keine Elektromotion, wie in den gewöhnlichen Fällen, statt. Wasser, worin schwach gebundener Sauerstoff sich befindet, ist wirksamer als solches, welches atmosphärische Luft enthält, weil es eine schnellere Oxydation des Zinks und diese in größerer Menge bewirkt. Die gleich Anfangs sehr kräftigen Auflösungen von Neutralsalzen verlieren ihre Kraft, so wie ihre Säure sich allmählig immer mehr an der Seite des Zinks und ihr Alkali an der Seite des Kupfers ansammlen. Davy hat bemerkt, daß die Kräfte eines Trogapparats, welche aus diesem Grunde beynahe erschöpft waren, wieder auflebten, als er blos die Flüssigkeit in den Zellen hin und her bewegte, und ihre Theilchen unter einander mengte. Die verdünnten Säuren, welche selbst leicht zersetzet werden, oder die Zersetzung des Wassers befördern, übertreffen alle anderen Substanzen an Wirksamkeit; denn sie lösen den Zink auf, und geben an den negativen Flächen blos

ein Gas, welches im Augenblicke der Entbindung entweicht.

Ueberdies bemerket Davy, daß es noch einige andere sehr überraschende Versuche giebt, welche darauf führen, daß die Zersetzung des chemischen Auflösungsmittels zur Unterhaltung der elektromotorischen Wirksamkeit der Säule wesentlich nothwendig sey.

Da eine empfindbare Wärme entsteht, so oft eine Volta'sche Batterie durch kleine Metallflächen entladen wird, während die entgegengesetzten Zustände sehr erhöhet sind, so brachte dies Davy'n auf den Gedanken, daß, im Falle die Zersetzung der chemischen Wirkungsmittel zum Gleichgewichte der entgegengesetzten Elektricitäten wesentlich erfordert würde, die Wirkung dieser Zersetzung in einer Salzauflösung, und des Hinüberführens des Alkali auf die negative und der Säure auf die positive Seite unter günstigen Umständen mit einer Erhöhung der Temperatur verbunden seyn müsse.

Um dies zu prüfen, brachte er zwey hohle Kegel aus reinem Golde, deren jeder ungefehr 25 Gran Wasser faßte, und mit destillirtem Wasser gefüllt war, in den Kreis einer Säule aus 100 Plattenpaaren, und verband sie mit einander durch ein Stück genäßten Asbestes von ungefehr 1 Zoll Länge und $\frac{1}{6}$ Zoll Durchmesser. Auch hatte er ein sehr kleines Luftthermometer in den hohlen Kegel gestellt, weil er nur eine sehr kleine Temperaturveränderung erwartete, wenn wirklich eine statt haben sollte. Nun ließ er in den Kegel der positiven Seite einen Tropfen einer Auflösung schwefelsauren Kali's fallen. Die Zersetzung begann im Augenblicke; das Kali ging schnell in den Kegel der negativen Seite hinüber, die Wärme äußerte sich unmittelbar, und in weniger als 2 Minuten war das Wasser in einem Zustande von Kochen.

Als er diesen Versuch mit einer Auflösung von salpetersaurem Ammoniak wiederholte, stieg die Hitze bis zu einer solchen Stärke, daß alles Wasser in 3 bis 4

Minuten mit einem einer Explosion ähnlichen Geräusche verdampfte, und daß endlich eine wahre Entzündung erfolgte, in der der größte Theil dieses Salzes sich zersetzte und verflog.

Aus den Umständen, schließt Herr Davy, ist klar, daß die Vermehrung des Leitungsvermögens des Wassers durch den Tropfen der Salzauflösung nur wenig oder gar nichts zur Wirkung beytrage. Er brachte in die Kegel zugleich starke Kalilauge und concentrirte Schwefelsäure. Beyde sind sehr viel bessere Leiter als die Auflösungen von Neutralsalzen; sie hatten aber nur eine sehr wenig wahrzunehmende Wirkung.

Dieselben Grundsätze lassen sich nach Davy auf alle Arten des elektromotorischen Apparats anwenden, er bestehe aus Paaren verschiedener fester Platten oder aus einer Art fester Platten und aus zwey verschiedenen Flüssigkeiten; denn man müsse einerley Eigenschaft, welche unter verschiedenen Modifikationen wirke, auch einerley Ursache der Wirksamkeit aller dieser Apparate zuschreiben.

Herr Davy nimmt dieser seiner Theorie zu Folge zwar an, daß in der galvanischen Säule die elektrische Erscheinung die ursprüngliche und von aller chemischen Einwirkung unabhängig sey; die chemische Action sey blos Folge oder Wirkung des elektrischen Prozesses. Zur Fortdauer des elektrischen Prozesses in der geschlossenen Säule aber hält er den chemischen Prozeß für wesentlich nothwendig, so daß sich dadurch beyde beständig wechselseitig wieder hervorrufen.

Gegen des Berzelius angeführte Theorie des Galvanismus hat einer der gründlichsten Vertheidiger von Volta's Vorstellung, Herr Professor Pfaff in Kiel *), sehr wichtige und wahre Einwendungen gemacht, und sie durch richtige und genau angestellte Versuche widerleget. Was nämlich den ersten von Berzelius angenommenen

*) Schweigger's neues Journal für Chemie u. Physik. B. X. S. 188 ff.

Satz betrifft, daß beym Verbrennen eine Vertheilung der Elektricität statt finde, so führet Pfaff ganz richtig an, daß nicht allein Davy in seinen mit so großer Sorgfalt angestellten Versuchen beym Verbrennen durchaus keine Spur von Vertheilung der Elektricität habe entdecken können, sondern daß auch er selbst bey Wiederholung derselben dies nämliche Resultat vorgefunden habe.

Ferner führet Herr Pfaff gegen Berzelius an, daß, wenn die Erregung der Elektricität nach seiner Erklärung richtig wäre, so müßte es sehr leicht seyn, zwey Zinkplatten, welche durch eine Wasserschichte getrennt sind, in einem gleichmäßigen elektrischen Zustande darzustellen. Da nämlich jede sich oxydirende Zinkplatte von der Oberfläche aus, an welcher sie sich oxydirt, die positive Elektricität abstößt, und diese folglich von dieser Oberfläche aus, vermöge der zurückstoßenden Kraft ihrer Theilchen, nach allen Seiten durch die Flüssigkeit hindurch zu entweichen streben muß, da dies auch von der ihr gegenüberstehenden Zinkplatte auf dieselbe Weise gilt, so hat man die zwischen liegende Wasserschicht nur durch einen nassen Streifen oder eine mit Wasser gefüllte Röhre oder desgl. mit dem Erdboden zu verbinden, um dieser zurückgetriebenen positiven Elektricität eine Ableitung zu verschaffen. In dem Maaße würde die negative Elektricität in der Flüssigkeit, welche mit der Oberfläche des sich oxydirenden Zinks in unmittelbarer Verbindung ist, sich ansammlen, und in eben dem Grade gleichsam die entgegengesetzte Ladung der Zinkplatte an ihren beyden Oberflächen steigen müssen. Würde man nun während dieser von der Mitte der Wasserschicht ausgeführten Ableitung die abgekehrte Seite des Zinks, wo sich nach Berzelius negative Elektricität anhäuft, mit der Collectorplatte eines guten Condensators, welche jedoch selbst von Zink seyn müßte, in Berührung bringen, so müßte der Condensator eine negative Ladung annehmen, welche selbst im Fortgange des Prozesses zunehmen müßte. Zu dem Ende kettete Herr Pfaff zwey Zinkplatten mit drey Glasplatten so zusammen, daß jene

die einander gegenüberstehenden Seitenwände einer Zelle bildeten, die nun mit Wasser gefüllt wurde, welches durch das Eintauchen des Fingers mit dem Erdboden in leitende Verbindung gesetzt wurde. Die Collectorplatte von Zink eines sehr guten Condensators, mit welchem bald die eine, bald die andere Zinkplatte in Berührung gebracht wurde, nahm nur eine höchst schwache negative Ladung an, wie sie alle Metalle mit dem Wasser beynahe auf gleiche Art geben. Es machte nicht den geringsten Unterschied in dem Grade der Spannung, ob der Zinkplatte eine Silberplatte gegenüber stand, auch war der Erfolg ganz derselbe, wenn die gegenüberstehende Metallplatte auch von ihrer Seite mit einem Condensator in Verbindung gesetzt, oder ableitend berühret wurde. Dieser Versuch wird dadurch noch entscheidender, daß wenn man in die Zelle zwischen die gegen einander überstehenden Zinkplatten, oder die Zinkplatte und Silberplatte, Salpetersäure bringt, und übrigens eben so wie zuvor verfährt, die Collectorplatte von beyden Metallplatten eine sehr starke positive Spannung erhält; wo man aber bey Prüfung des Silbers eine Collectorplatte von Silber anzuwenden hat. — Alle diese Erscheinungen reduciren sich auf Spannungsreihen der feuchten und trockenen Elektromotoren, stehen aber mit der Hypothese des Herrn Berzelius im geraden Widerspruche.

Die Vorstellung des Herrn Berzelius bey der Entladung einer Säule, daß nämlich die vereinte Elektricität an allen Paaren durch die Pole nicht entladen würde, sondern daß vielmehr die Entladung der nach den beyden Endplatten hingetriebenen Elektricitäten + E und — E allein erfolge, und die Intensität an beyden Polen bloß dieserwegen am größten sey, weil die Elektricität der Endscheiben mit einer Kraft nach Gleichgewicht strebe, welche aus der von allen Paaren zusammengesetzt sey, hält Herr Pfaff mit Recht für irrig. Daß in einer isolirten Scheibe von dem mittleren Indifferenzpunkte aus die freye Elektricität in jeder folgenden Platte nach der Polarscheibe

hin wirklich zunehme, daß sie in dieser am größten sey, beweiset Herr Pfaff durch einen einfachen aber völlig entscheidenden Versuch. Man errichte nämlich eine Säule von hundert Plattenpaaren, deren Ende mit dem Erdboden in Verbindung ist, so wird dadurch sogleich am entgegengesetzten Ende derselben eine doppelte Spannung eintreten. Um dies darzuthun, hebe man die obere Endplatte mit einem isolirenden Handgriffe ab; diese wird nun für sich allein auf das Elektrometer wirken, und wenn die Endplatte eine gehörig große Oberfläche im Verhältnisse mit der Größe des Elektrometers hat, so mögen übrigens die Platten der Säule so klein genommen werden, als man will, so wird die abgehobene Polarplatte völlig dieselbe Divergenz der Elektrometerblättchen bewirken, wie zu der Zeit, da sie noch unter dem Einflusse der übrigen Plattenpaare sich befand, d. h. die Endplatte der Säule ausmachte. Die von einer Säule von 200 Plattenpaaren isolirt abgehobene Endplatte wird dieselbe größere Divergenz hervorbringen, die sie noch mit der Säule in Verbindung bewirkt, und so überhaupt eine in Verhältniß größere, in welchem sie zu einer größern Säule gehörte. Es hat daher jede Endplatte das Quantum von Elektricität, von welchem seine Spannung abhängt, realiter und nicht blos virtualiter, oder die größere Spannung der Polarplatte beruht zunächst und unmittelbar blos auf der größern Menge freyer Elektricität, die in derselben angehäuft ist; diese vom o Punkte in den über einander liegenden Plattenpaaren zunehmende Anhäufung freyer Elektricität ist aber freylich eine Wirkung der sich unterstützenden und auf einander übergehenden Kräfte der einzelnen Plattenpaare.

Endlich hat auch Herr Pfaff die beyden von Herrn Berzelius gegen Volta's Theorie aufgestellten Sätze, welche er mittelst zwey mit der Säule angestellten Versuchen zu begründen glaubte, sehr gründlich widerleget. Was nämlich den ersten Versuch betrifft, woraus hervorgehen soll, daß nur durch die Oxydation, nicht aber durch

die Metalle, die Polarität der Säule bestimmt werde, so bemerket Herr Pfaff ganz richtig, daß sich der von Berzelius bemerkte abgeänderte Erfolg recht gut mit der billig beurtheilten Volta'schen Theorie in Uebereinstimmung bringen lasse. Berzelius selbst deute auf die Art der Vereinigung an, wenn er sage, daß Volta's Anhänger diese Erscheinung durch elektrische Vertheilung zwischen einem Metall und einer der Flüssigkeiten erklären werden. Er setze aber hinzu, daß nach dieser Theorie ein Leiter der zweyten Classe mehr als einer der ersten gelte, was sich mit den Resultaten dieser Theorie durchaus nicht reimen lasse. Dieser letzten Behauptung müssen wir aber nach Pfaff widersprechen. Es behaupte wohl Volta, der Erfahrung gemäß, daß die meisten Leiter der zweyten Classe mit den Metallen schwächer wirkten, als diese untereinander, aber doch machte er schon frühe auf einige Ausnahmen, welche einige feuchte Leiter, namentlich Salpetersäure, Kaliauflösung und Schwefelleber mit einigen Metallen zeigen, aufmerksam. Ueberdem hat Herr Pfaff in einer eigenen Abhandlung *) gezeiget, daß dies letzte für alle sehr differente, feuchte Leiter gelte, daß einige derselben mit einzelnen Metallen so starke Spannungen geben, als die heterogensten Metalle mit einander. Ja es könnten selbst nach Volta alle feuchten Leiter mit allen Metallen stärkere Spannungen geben, als diese unter sich, und doch würde die Volta'sche Erklärung der Kette und Säule ungefährdet bleiben, indem diese auf dem einzigen Postulate beruhe, daß die feuchten Leiter nicht unter ein und dasselbe Spannungsgesetz fallen, nach welchem die Metalle sich auf eine so merkwürdige Art in eine große Spannungsreihe ordnen.

In Ansehung des andern Versuchs, den Herr Berzelius zur Begründung des andern Satzes gegen Volta's Theorie, daß sich nämlich in der Säule keine elektrische Action zeige, wenn in derselben keine Oxydation vorgehe,

*) Gehlen's Journal. B. V. S. 82 ff.

bemerket Herr Pfaff, daß derselbe allerdings dem ersten Anblicke nach sehr unterscheidend für die Oxydationstheorie und gegen Volta's Grundsätze zu sprechen scheine; allein er habe ihn mit aller Sorgfalt wiederholet, und wesentlich abweichende Resultate erhalten, und sey dabey auf einen Umstand aufmerksam geworden, welcher die Erscheinungen dieser Säule zu einem neuen Beweisgrunde für die Volta'sche Ansicht mache. Um genaue Resultate zu erhalten, hatte sich Herr Pfaff einen eigenen Apparat verschafft, bey welchem er überzeuget war, daß die unter einer Glocke aufgebaute Säule vor dem Zugange der atmosphärischen Luft genau gesperrt war.

Eine Säule aus Kupfer, Zink und Pappe mit gesättigter salzsaurer Zinkauflösung getränkt, besitzet dieselbe Lage der Pole und dieselbe elektrische Spannung, wie eine gleiche Säule, deren Pappen in Wasser oder in Kochsalzauflösung eingetaucht sind; ja die elektrische Spannung scheint noch etwas stärker zu seyn, welches von dem galvanischen Verhältnisse der salzsauren Zinkauflösung gegen Kupfer und Zink herrühren möchte, mit welchem letztern die salzsaure Zinkauflösung stärker positiv wird, als mit dem Kupfer. Eine solche Säule von 30 Plattenpaaren gab im Anfange sehr starke Gasenbindung, und zwar gleichmäßig in atmosphärischer Luft, in Wasserstoffgas und kohlensaurem Gase; die Wirkung verminderte sich aber innerhalb wenigen Stunden, und nach 3 bis 4 Stunden war alle Wirkung zu Ende. Als er die Säule auseinander nahm, fand er die Kupferplatten da, wo sie mit der salzsauren Zinkauflösung in Berührung gewesen waren, mit einem Ueberzuge von reducirtem Zinke bedeckt; dadurch hatte er also die Säule: Kupfer, Zink, feuchte Pappe, Kupfer, Zink u. s. w. in eine Säule von folgenden Sachen verwandelt: Kupfer, Zink, feuchte Pappe, Zink (nämlich der metallische dünne Zinküberzug) Kupfer, Zink u. s. w., welche nach den Grundsätzen Volta's unwirksam ist, und sich auch wirklich als eine völlig unwirksame Säule verhielt. Diese Säule verliert also nur

in dem Verhältniß ihre Wirksamkeit, in welchem zwischen die Kupferplatte und dem feuchten Leiter allmählig mehr von dem Zinküberzuge tritt, und wenn dieser endlich alle unmittelbare Berührung des Kupfers mit der salzsauren Zinkauflösung aufhebt, so ist die Wirkung zu Ende. Er änderte nun die Construction der Säule dahin ab, daß er um die unmittelbare Berührung der mit salzsaurem Zinke getränkten Pappe mit dem Kupfer zu verhindern, eine in destillirtes Wasser getauchte Pappe dazwischen brachte, so daß nun die Scheiben so aufeinander folgten: Kupfer, Zink, Pappe mit gesättigter salzsaurer Zinkauflösung, Pappe in gekochtes destillirtes Wasser getaucht, Kupfer, Zink u. s. w. Jetzt war zwar im ersten Augenblicke die Wirkung nicht stärker, als bey der ersten Säule, aber sie dauerte viele Tage hindurch ununterbrochen, nur allmählig vermindert, wie diese Verminderung auch bey jeder andern Säule eintritt, fort, sie fand eben so gut ununterbrochen unter einer mit atmosphärischer Luft, als mit Wasserstoffgas, oder kohlensaurem Gas gefüllter Glocke statt; die Pole hatten dieselbe Lage wie bey einer gewöhnlichen Kupferzinksäule, deren feuchter Zwischenleiter Wasser oder Kochsalzauflösung ist, und da er die Säule nach 12 Tagen auseinander nahm, so zeigten sich die Kupferplatten nicht mit Zink überzogen. Wurde die in destillirtes Wasser getauchte Pappe dagegen zwischen die Zinkscheibe und die mit gesättigter salzsaurer Zinkauflösung getränkte Pappe gebracht, so daß letztere abermals mit dem Kupfer in unmittelbare Berührung kam, und mithin die Construction der Säule folgende war: Kupfer, Zink, mit destillirtem Wasser getränkte Pappe, in salzsaure Zinkauflösung getauchte Pappe, Kupfer, Zink u. s. f. so war zwar die Wirkung in der ersten Zeit ebenfalls stark genug, aber sank sehr schnell herunter, und nach einigen Stunden hörte alle Gasentbindung im Wasserapparate auf. Hier war nun abermals die Kupferscheibe mit einem Ueberzuge von metallischem Zink bedeckt. Aus diesen so abgeänderten Versuchen ergab sich

also, daß nicht der Mangel an Oxydation die Wirkung der Säule aufhören macht; daß das freye Oxygan, das etwa durch die Pappe eingesogen wird, hiebey etwa keine Rolle spiele, und daß vielmehr alle Erscheinungen den Grundsätzen der Volta'schen Theorie gemäß erfolgen.

Herr Berzelius *) hat nachher in einem Briefe vom 20. Aprill 1810. an Herrn Professor Gilbert offenherzig bekannt, daß ihm die Versuche des Herrn Davy und die spätern des Herrn Pfaff über die Ursache der Elektricitäts-Entwickelung in der Voltaischen Säule überzeugt hätten, er müsse einen Beobachtungsfehler in seinen ältern, bereits im Jahre 1802 angestellten Versuchen begangen haben. Berzelius wiederholte zu dem Ende den oben angeführten zweyten Versuch auf folgende Art: in 12 kleine gläserne Cylinder, jeden von ½ Zoll Durchmesser und 2½ Zoll Höhe, goß er eine gesättigte Auflösung von geschmolzenem schwefelsaurem Zink und darüber Salpetersäure. Darauf wurden in die Cylinder Kupferdrähte gesetzt, deren untere Enden in schmelzenden Zink getaucht worden waren, und sich dadurch mit einer kleinen Zinkkugel umgeben hatten. Das obere Ende derselben ragte aus dem Cylinder hervor, und wurde in die Säule des nächsten Cylinders niedergebogen. So lange die Kette nicht geschlossen war, löseten sich die Kupferdrähte mit ziemlicher Lebhaftigkeit auf; als aber die Kette geschlossen wurde, verminderte sich die Auflösung bedeutend, und die Säule zeigte schwache Spuren von Elektricität. Diese waren zwar Anfangs nur durch den Geschmack wahrzunehmen; doch zeigte sich nach einer halben Stunde an zwey Silberdrähten, die von den Polen ab in Salzwasser geleitet waren, das Ende des mit dem Kupferpol verbundenen deutlich oxydirt, und das Ende des mit dem entgegengesetzten Pole verbundenen Drahtes mit kleinen Gasbläschen übersäet. Es waren also die Pole gar nicht umgekehrt, wie es zu Folge

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XXXV. S. 269.

seiner frühern Beobachtung der Fall seyn sollte. Man sieht leicht, das Berzelius die Ausdrücke Kupfer- und Zinkpol im entgegengesetzten Sinne Volta's nahm, weil er als wahres Element der Säule vermöge seiner Theorie, Zink, Flüssigkeit, Kupfer, annahm.

Nun veränderte Berzelius die untere Flüssigkeit, und nahm, statt des schwefelsauren Zinks eine starke Auflösung von Kalkerde, welche einen großen Ueberschuß an Kalkerde hatte. So lange die Kette nicht geschlossen war, löseten sich die Kupferdrähte wiederum in der Säure auf, als er aber die Kette schloß, hörte im Augenblicke die Einwürkung der Säure ganz auf; der kleine Apparat war von nun an elektrisch, und die Gasentbindung ging in ihm mit einer erstaunlichen Stärke vor sich, so daß sie mehrere Male größer war, als von einer gewöhnlichen 100 paarigen Zink-Kupfersäule. Der Zink oxydirte sich stark, und das in der Säure aufgelöste Kupfer wurde an den Drähten wieder hergestellt.

Aus diesen Versuchen, sagt Berzelius, geht nun allerdings mit Klarheit hervor, daß die Oxydirung nicht das erste Moment der Elektricitäts-Entbindung in der elektrischen Säule ist, und daß die chemische Affinität, obgleich sie die elektrische Spannung der Metalle zuweilen verhindert, sie jedoch nicht verkehren kann. Diese Versuche sind überdieß ein Beweis, wie sehr auf die Wirksamkeit der Säule die Ordnung der nassen Leiter Einfluß hat. Vielleicht, meint Berzelius, ist die erste und vollkommenste Anordnung des galvanisch-elektrischen Apparats: Zink, Alkali, Säure, Silber, und die schlechteste von allen: Zink, concentrirte Säure, Alkali, Silber; bey welcher letztern die Elektricitäts-Spannung o werden müßte, wenn der Versuch mit voller Genauigkeit angestellt werden könnte.

Diese letzten Versuche hat Herr Berzelius auch in seinen Grundzügen einer elektro-chemischen Theorie an-

geführet α). Er bemerkte nämlich daſelbſt, daß es nicht ſo leicht ſey, mit Sicherheit zu beſtimmen, ob es der Verwandtſchaftsgrad der Körper ſey, welcher das Verhalten derſelben gegen die Elektricitäten beſtimmt, oder ob umgekehrt jener auf dieſem beruhe. Das letztere ſey aber das wahrſcheinlichſte, weil es nunmehr vollkommen erwieſen ſey, daß es in der elektriſchen Säule nicht die chemiſche Verwandtſchaft ſey, welche die Vertheilung der Elektricität hervorbringe, ſondern daß umgekehrt dieſe die Urſache der dabey entſtehenden chemiſchen Erſcheinungen in ſich ſchließe.

Endlich führte auch Berzelius β) nach einem ſehr einfachen Verſuch, nach Volta's Vorſtellung, mit einem Becherapparate an, woraus augenſcheinlich hervorgeht, daß nicht die Oxydation, ſondern die Berührung der Metalle die wahre Urſache der Elektricitäts-Entwickelung in der Säule ſey. Man gieße nämlich auf den Boden eines jeden Bechers der Batterie ätzende Kalilauge, auf dieſe aber Salpeterſäure, jedoch mit Vorſicht, damit ſich nicht beyde Flüſſigkeiten vermiſchen. Das Zink ſteht nur im Alkali, und das Kupfer in der Säure, von welcher es nach und nach oxydirt und aufgelöſet wird, während das Zink vom Alkali nicht angegriffen wird. Wäre nun die Oxydation das primum movens der Elektricität, ſo würde bey Entladung der Säule der Kupferpol poſitiv und der Zinkpol negativ ſeyn, d. h. die Metalle würden die umgekehrten Elektricitäten beſitzen. Läßt man aber die Säule ſich wirklich entladen, ſo hört die Oxydation des Kupfers in der Säure augenblicklich auf, das Zink oxydirt ſich ſichtbarlich im Alkali, und der Zinkpol wird, wie gewöhnlich, poſitiv.

Eine andere Theorie des Galvanismus hatte der Hofmedicus, Herr D. Jaeger zu Stuttgardt γ) aufgeſtellet,

α) Schweigger's neues Journal für Chemie u. Phyſ. B. V. S. 136.
β) Lehrbuch der Chemie, aus d. Schwed. überſ. von Blöcle und Palmſtedt. B. I. Dresden 1823. S. 116.
γ) Gilbert's Annalen d. Phyſ. B. XI. S. 316 ff. B. XIII. S. 399 ff.

welche, der Davy'schen ähnlich, zur Hervorrufung der galvanischen Thätigkeit, sowohl den Elektricismus, als auch den Chemismus, als Bedingung voraussetzet, nur mit dem Unterschiede, daß Davy den Chemismus als Folge des Elektricismus, Jaeger aber beyde als nothwendig zusammenwirkend, betrachtet. Herr Jaeger hatte eine Reihe von Versuchen sowohl in der einfachen Kette, als in der Säule, theils ohne, theils mit dem Condensator angestellet, und aus denselben folgende allgemeine Resultate zu erhalten geglaubt:

1. die Bedingungen für die Möglichkeit elektrischer Aeußerungen überhaupt sind für die Säule ganz dieselben, wie für die einfache Kette;

2. die Bedingungen, unter welchen eine Säule an einem gegebenen prüfenden Instrumente das Maximum der Intensität ihrer Elektricität zeigt, sind denen ganz analog, unter welchen die einfache Kette einen gegebenen Condensator mit dem Maximo von Elektricität ladet, welches sie ihm mittheilen kann.

Aus der Uebersicht dieser beyden Bedingungen scheinen sich folgende zwey allgemeine Gesetze zu ergeben:

a. jeder Punkt einer Säule oder Kette kann nur alsdenn elektrisch nach außen wirken, wenn zu gleicher Zeit ein von ihm heterogener Punkt derselben Säule oder Kette elektrisch nach außen wirkt; und er kann nur mit einem Quanto von Elektricität nach außen wirken, das dem Quanto gleich ist, mit welchem zu gleicher Zeit der heterogene Punkt nach außen wirkt.

b. jeder Punkt einer Säule oder Kette zeigt nur dann das Maximum der Intensität seiner nach außen wirkenden Elektricität, wenn die entgegengesetzte Elektricität des heterogenen Punktes, die zu gleicher Zeit nach außen wirksam werden muß, ihrer Intensität nach zerstöret wird; und die Intensität der Elektricität, mit welcher ein Punkt nach außen wirkt, nähert sich um so mehr ihrem Maximo, je mehr im Verhältnisse gegen sie die Intensität der Elektricität an dem hetero-

genen Punkte abnimmt; sind aber die Intensitäten der an beyden Punkten nach außen wirkenden Elektricitäten einander gleich, so wirkt jede nur mit der Hälfte dieses Maximi nach außen.

Die Möglichkeit des Erscheinens der verstärkten oder der eigentlichen Säulenelektricität und die jedesmalige Größe derselben richten sich nach folgenden besondern Gesetzen:

c. Verstärkte Elektricität kann nur bey einer Säule, d. h. bey einem Systeme von mehr als einer einfachen Kette eintreten, und zwar nur bey einer offenen oder unvollkommen geschlossenen, nie aber bey einer vollkommen geschloßnen Säule.

d. Die Intensität dieser verstärkten Elektricität steht in geradem Verhältnisse mit der Zahl der Ketten, aus welchen die geprüfte Säule besteht, und überdies in einer Beziehung zu der Art der Schließung der Säule, die sich so ausdrücken läßt: je mehr sich die Säule in ihrer Structur der vollkommen geschloßnen nähert, um so geringer ist die Intensität ihrer Elektricität; je mehr sie sich aber der ganz offnen Säule nähert; um so größer ist diese Intensität.

Nach Herrn Jäger's Meynung ist das Gesetz a für die Möglichkeit der elektrischen Aeußerung überhaupt von Volta für die einfache Kette befriedigend aus der gegenseitigen Bindung der durch Erregung entstandenen Elektricitäten durch einander erklärt. Keine kann einseitig von der andern los werden, beyde folgen aber zu gleicher Zeit dem Zuge leitender Substanzen, der ihre Anziehung gegen einander so schwächt, daß sie sich von einander trennen, und indem sie sich einzeln oder beyde in prüfende Instrumente ergießen, für uns kenntlich werden.

Der Allgemeinheit des Gesetzes zu Folge muß dasselbe auch in der Säule statt finden, auch hier müssen die entgegengesetzten Elektricitäten so durcheinander gebunden seyn, daß keine allein nach außen wirken kann, außer wenn zugleich die Einwirkung der andern auf sie ebenfalls durch den Zug einer leitenden Fläche geschwächt ist.

Das Gesetz b für die Möglichkeit des Erscheinens eines Maximi der Intensität der nach außen wirkenden Elektricität, ist bereits durch die Vorige erklärt. Denn wenn eine Elektricität von einer entgegengesetzten beschränkt, nur dann nach außen wirken kann, wenn diese entgegengesetzte zugleich nach außen wirkt, so muß sie mit um so größerer Intensität nach außen wirken, je weniger sie von der entgegengesetzten beschränkt wird, und mit der größten, wenn diese Beschränkung ganz aufhört.

Daß aber, wenn beyde Elektricitäten mit gleichen Intensitäten einander wechselseitig beschränken, jede gerade nur mit der halben Intensität des Maximi nach außen wirksam erscheinet, das sie zeigt, wenn die andere ihrer Intensität nach vernichtet ist, — das scheint auf ein allgemeines Gesetz zurückgeführt werden zu müssen, welches entgegengesetzte Elektricitäten, die, ohne sich mit einander neutralisiren zu können, auf einander einwirken, befolgen. Wenn man die Seite A einer Franklinschen Tafel, (in welcher die entgegengesetzten Elektricitäten durch die Glasschicht von einander getrennt sind, indessen sie in der Volta'schen Kette blos durch die Cohibenz der Metalle von einander geschieden werden) ladet, indem die Seite B mit der Erde verbunden ist, hierauf diese Verbindung aufhebet, und die Seite A der isolirten Tafel am Elektrometer prüft, so theilt sie diesem einen bestimmten Grad von Elektricität mit, der sogleich auf das Doppelte steigt, sobald man zugleich die Seite B ableitend berührt, wenigstens gilt es von gewissen Graden der Elektricität bey einer gewissen Dicke der Glasscheibe.

Die besondern Gesetze für die verstärkte oder Säulenelektricität zu erklären, sind bis jetzt verschiedene Versuche gemacht worden. Diejenigen, welche eine einfache Addition der Wirkungen der einzelnen Plattenpaare annehmen, scheinen Herrn Jäger dadurch blos einen einfachen Ausdruck für das Factum gegeben zu haben, ohne sich auf das Wie noch einzulassen; diejenigen aber, welche eine Atmosphärenwirkung zwischen den einzelnen Platten-

paaren, durch den feuchten Leiter vermittelt, voraussetzten, müßten noch zeigen, warum es unmöglich ist, an einem, nach der Regel der Volta'schen Säule erbaueten, Systeme von heterogenen metallenen Condensatorplatten, die Erscheinungen dieser Säule hervorzubringen. Aus diesen Gründen glaube er für jetzt noch alle Erscheinungen an der Volta'schen Säule aus dem Gegeneinanderwirken der durch Erregung entstandenen rein-elektrischen Pole der Plattenpaare, und der chemisch-elektrischen Pole, welche sich zwischen den Zinkplatten und feuchten Leitern bildeten, zu erklären. Die in der Säule angehäuften Elektricitäten sind dabey nicht als frey anzusehen, sondern sie wirken durch die Säule hindurch frey auf einander, binden sich wechselseitig, und erscheinen nur dann als frey, wenn die Bedingungen für die Möglichkeit elektrischer Aeußerungen überhaupt erfüllt werden.

Daß die vollkommen geschlossene Säule keine verstärkte Elektricität mehr äußern könne, folge hieraus von selbst; denn die Anhäufung der Elektricität in den Polarplatten der offenen Säule sey nur darum möglich geworden, weil diese Polarplatten sich nicht in der Lage befänden, auf chemisch-elektrische Anziehungen chemisch zu wirken. Werde die Säule vollkommen geschlossen, d. h. sey die in jedem Plattenpaare erregte Elektricität in der Lage, jene Auflösungen anzuziehen, so werde auch die Elektricität einer jeden Platte gleich stark gebunden, und jede habe außer ihrer Einwirkung auf jene Auflösungen blos noch die Fähigkeit übrig, unter gewissen Bedingungen ein prüfendes Instrument in dem Grade zu afficiren, in welchem es jede einfache Kette und jede einfache Säule unter denselben Umständen auch thue.

In der unvollkommen geschlossenen Säule befänden sich auch die beyden Polarplatten in dem Falle, auf chemisch-elektrische Auflösungen, (die sich an den Spitzen der Polardräthe bildeten), zu wirken; mithin würden auch ihre Elektricitäten gebunden, und könnten sich nicht mit dem Maaße von freyem Wirkungsvermögen nach

außen in ihnen ansammlen, wie in der offenen Säule; und je näher sich die Polardräthe wären, je thätiger sey der chemische Prozeß in ihnen, um so mehr werde auch die Elektricität der Polarplatten gebunden, um so mehr nähere sich also der Zustand dieser Platten dem Zustande eines jeden andern Plattenpaars, und die ganze Säule dem Zustande der vollkommen geschloßnen.

Bey dieser Erklärung sey lediglich die wechselseitige Anziehung und Abstoßung zwischen den erregten Elektricitäten und den producirten chemisch-elektrischen Auflösungen vorausgesetzt worden, es wäre noch von keiner Zersetzung der letztern, noch von keinem eigentlichen chemischen Prozesse die Rede gewesen, und wirklich ließe sich das einmalige Erscheinen irgend eines elektrischen Phänomens vollkommen durch diese Hypothese von der chemischen Atmosphärenwirkung erklären. Allein dabey sey ein sehr wichtiger Umstand ganz übergangen, nämlich die Unerschöpflichkeit, die beständige Reproducibilität aller elektrischen Erscheinungen in der Säule; denn es sey klar, daß in einem Systeme von Condensatorplatten, (und ein solches sey eigentlich die Säule), deren jede doch nur eine endliche Menge von Elektricität bilden könne, alle Wirkung nach außen cessiren müsse, sobald alle Platten das Maximum ihrer Ladung erhalten hätten. Dieses Problem könne wahrscheinlich nur durch Erörterung des wechselseitigen Verhältnisses zwischen den elektrischen und chemischen Erscheinungen der Säule gelöset werden, und es sey wenigstens gegenwärtig noch erlaubt, einen solchen Versuch zu machen. In der vollkommen geschlossenen Säule sey die durch Erregung entstandene Elektricität einer jeden Platte durch Anziehung der chemisch-elektrischen Auflösungen auf Null gebracht; sobald sie aber Null sey, so würden die Platten aufs neue fähig, Elektricität in einander zu erregen; diese neue Elektricität werde abermals gebunden, und es könne wieder neue Elektricität entstehen; das Resultat werde nothwendig immer verstärkte Anziehung der chemisch-elektrischen Auflösungen

seyn, und der Erfolg zeige, daß diese endlich in Zerlegung übergehe. Somit entstehe ein beständiger Wechsel zwischen Erregung von Elektricität und Wiederzerstörung der erregten, der in jedem Zeitmomente statt habe und uns in seinen Folgen, in den chemischen Niederschlägen, sichtbar werde. Es sey kein Strom da, der die Säule in einer Richtung durchdringe, sondern die Säule sey ein System von Quellen, die nach entgegengesetzten Richtungen von den metallischen Berührungspunkten eines jeden Plattenpaars ausströmten, und sich wechselseitig in jedem feuchten Zwischenleiter zerstörten.

In der unvollkommen geschloßnen Säule sey ebenfalls jede Platte in der Lage, daß ihre Elektricität durch chemisch-elektrische Auflösungen gebunden werden könne; also sey auch in ihr Erneuerung der Erregung und bis zur Zersetzung der Auflösungen verstärkte Anziehung derselben von dem Erregten, also Vernichtung der erregten Elektricität, möglich. Also werde auch in ihr der chemische Proceß, eben so wie in der vollkommen geschlossenen Säule, eingeleitet und fortgesetzt. Allein die an den Polardräthen dieser Säule angehäufte Elektricität werde nicht in eben dem Grade von den elektrisch-chemischen Auflösungen gebunden, wie die Elektricität aller Platten in der vollkommen geschlossenen Säule. Diese Auflösungen entständen an den Polarspitzen langsamer, als an den Flächen der übrigen Platten, also werde die Elektricität der Polarplatten langsamer durch Zersetzung vernichtet werden, als es an allen Platten der vollkommen geschloßnen Säule geschehe; die Erneuerung der Erregung sey also auch langsamer, und immer bleibe noch Anhäufung von Elektricität an den Polen übrig. Der ganze chemische Prozeß sey hiedurch retardirt, und zwar um so mehr, je weniger die Polarspitzen in der Lage sind, chemisch-elektrische Auflösungen zu bilden, welche anziehend und zerstörend auf die Polarelektricitäten wirken könnten, d. h. je entfernter jene Spitzen von einander seyn.

Die Bildung der chemisch-elektrischen Auflösungen zwischen den Polarspitzen müsse aber nothwendig von ihrer Entfernung von einander abhangen, denn beyde könnten nur zu gleicher Zeit durch den gemeinschaftlichen Zug der entgegengesetzten Elektricitäten auf das Wasser sich bilden; je entfernter aber die Drathspitzen, die Quellen jener entgegengesetzten Elektricitäten, von einander seyn, um so mehr nehme die Einwirkung der einen oder der andern, oder beyder auf jeden zwischen ihnen befindlichen Wassertheil ab.

Dieses erkläre nun zwar die Retardation der chemischen Centralwirkungen in der unvollkommen geschloßnen Säule; allein es erkläre das geringere absolute Maas dieser Wirkungen nicht. Denn durch die längere Dauer sollte die geringere momentane Action ersetzt werden können, und dennoch erschienen in der unvollkommen geschloßnen Säule nach mehreren Stunden ihrer Wirksamkeit nie die chemischen Centralwirkungen in dem Grade, in welchem sie in der vollkommen geschloßnen Säule nach wenigen Minuten hervorträten. Dieser merkwürdige Unterschied erfordere noch eine besondere Erklärung.

Der Zink sey im Stande, für sich die elektrischen Auflösungen, die sich in seinem Contacte mit einem feuchten Leiter bildeten, zu zersetzen; aber diese zersetzende Eigenschaft für die positive Auflösung sey eben so thätig, wie für die negative, daher würden sich die Basen beyder unter einander auf der Fläche des Zinks niederschlagen, indeß durch die zwey einander elektrisch polarisirenden Metalle, z. B. Zink und Gold, beyde Auflösungen so von einander getrennt würden, daß sich die positive an dem einen, und die negative an dem andern Metalle zersetze.

Es sey keinesweges nothwendig, daß durch diese letztere Art der Zersetzung die erstere völlig aufgehoben

werde, beyde könnten neben einander zu gleicher Zeit beſtehen, und jeder Verſuch mit einer einfachen geſchloſſenen Säule ſcheine darauf hinzuweiſen, daß wir immer nur ein aus beyden gemiſchtes Reſultat erhielten. Dem größten Theile nach erſchienen die Auflöſungen in getrennten Niederſchlägen zerſetzt; einem kleinern Theile nach erſchienen ſie durch die einfache, keine Polarität erfordernde Wirkung des Zinks für ſich zerſetzt. Je mehr nun an einer Säule die Bedingungen erfüllt wären, unter welchen der Trennungsprozeß eintrete, alſo je ſchneller die Elektricität ihrer Platten vernichtet und durch Erregung reproducirt werden könne, um ſo mehr werde in dem Reſultate der Erfolg des Trennungsprozeſſes in die Beobachtung fallen; je weniger aber jene Bedingungen erfolgt ſeyn, um ſo mehr werde ſich der Erfolg des Trennungsprozeſſes mit den des einfachen Zerlegungsprozeſſes vermiſchen, und um ſo mehr werde alſo der erſtere für unſere Wahrnehmung zurücktreten. Hierin, und nicht blos in der Retardation, liege der Grund der ſchwachen Centralwirkungen der unvollkommen geſchloßnen Säulen.

Sey die Säule offen, aber an ihren beyden Polen mit der Erde leitend verbunden, ſo ergöſſen ſich die angehäuften Elektricitäten der Pole in dieſe Ableitungen, alſo auch hier werde erneuerte Erregung und bis zur Zerſetzung verſtärktes Einwirken der erregten Elektricität auf die chemiſchen Auflöſungen möglich; allein der ganze Prozeß gehe noch weit langſamer von ſtatten, als im vorigen Falle. Denn den Polarelektricitäten wirke hier nicht mehr der Zug elektriſcher Auflöſungen, ſondern nur der Zug des neutralen, einfach leitenden Erdbodens entgegen, ſie zerſtören ſich langſam, und ihr Anhäufungszuſtand wird wenig vermindert. Der Trennungsproceß in der Säule ſey nicht mehr hervorſtechend, und ſeine Vermiſchung mit dem einfachen Zerlegungsproceſſe ſo groß, daß er in ſeinen Folgen für unſere Beobachtung völlig verſchwinde; die Säule ſcheine keine andern chemiſchen Cen-

tralwirkungen zu haben, als die der offenen Säule, wenn sie schon ohne Zweifel auf welche zeigen würde, sobald sie durch feinere Reagantien deutlich für uns werden könnten.

Endlich stocke in der offenen Säule aller Trennungsprozeß völlig; in den Polen häuften sich die Elektricitäten an, und diese Anhäufung hebe alle Möglichkeit erneuerter Erregung auf; die Anziehung des einmal Erregten gegen die elektrisch-chemischen Auflösungen habe ihr Maximum erreicht, und die Zersetzung derselben geschehe nun auf dieselbe Art, wie bey dem einfachen Zinke, und dieser Erfolg allein werde uns als Resultat zu Theil. Entzögen wir aber durch unsere prüfende Instrumente den Polen einen Theil ihrer Elektricität, so machten wir allerdings wieder erneuerte Erregung möglich, und ahmten, bey jeder solcher Prüfung, die an ihren beyden Polen mit der Erde verbundene Säule nach; allein der Erfolg dieser successiven Einleitungen des Trennungsprozesses könne uns natürlich noch weit weniger sichtbar werden, als im vorigen Falle. Statt des unendlich schnellen Stroms von Elektricität, der sich in der vollkommen geschloßnen Säule beständig aus jedem Metalle in jeden feuchten Leiter ergieße, hätten wir hier einen Strom, der nur bey jedesmaliger Application unserer Instrumente in Bewegung gesetzet werde, und dessen Maaß sich nach der jedesmaligen Capacität dieser Instrumente richte.

Aus dieser Untersuchung ergebe sich also folgendes Resultat: Die Erscheinungen der verstärkten, oder der eigentlichen Säulenelektricität beruheten lediglich auf der Anziehung und Abstoßung, die zwischen den durch Erregung entstandenen Elektricitäten und den producirten chemisch-elektrischen Auflösungen statt finde. Die Möglichkeit der Fortdauer dieser elektrischen Erscheinungen aber beruhe auf eben dieser, bis zur Zersetzung der Auflösung gesteigerten Anziehung, und diese Zersetzung sey nach der verschiedenen Schnelligkeit, mit welcher sie geschehe, zugleich von mehr oder weniger deutlichen chemischen Niederschlägen begleitet.

Hieraus werde es nun begreiflich, daß es Säulen geben könne, an welchen sich durchaus alle elektrische Erscheinungen der gewöhnlichen Säule darstellen lassen, und welche dennoch vollkommen geschlossen keine chemische Säulenwirkungen äußern. Denn, um uns den chemischen Trennungsprozeß unkenntlich zu machen, bedürfe es nichts, als die zu seinem Uebergewichte nöthige Erneuerung zu retardiren, nicht, sie aufzuheben; so lange sie aber bloß retardirt sey, werde in den elektrischen Erscheinungen nichts wesentliches geändert.

Diese sonderbaren Eigenschaften zeige eine Säule aus Gold und Zink, (z. B. von 12 Plattenpaaren) in der jeder feuchte Leiter aus zwey Schichten bestehe, zwischen welchen ein am Rande ganz trockenes Goldstück liege. Elektrisch wirke sie wie jede andere Säule, chemisch wirke sie aber gar nicht. Herr Jaeger meinet, daß in dieser Säule die Zwischenplatte für das elektrische Fluidum permeabel, und es finde zwar Anziehung, und wahrscheinlich bis zur Zersetzung verstärkte Anziehung, statt, die Zersetzung aber sey durch die Structur der Säule so retardirt, daß ihr ausgezeichneter Erfolg unserer Beobachtung entgehe.

Herr Jaeger hat nach der Zeit mit Säulen letzter Art mehrere scharfsinnige Untersuchungen und Versuche angestellet, aus welchen er zu folgern sich berechtiget hält, daß alle elektrische und chemische Phänomene der Volta'schen Säule blos aus der im Contacte der heterogenen Metalle erregten und durch die feuchten Leiter hindurch strömenden Elektricität zu erklären seyn. Uebrigens hat er gegen Volta's Theorie noch folgende Bemerkungen gemacht. Es sey so viel gewiß, daß jede glatte Zinkfläche, wenn sie mit in reines Wasser getauchtem Lackmus- und Curcumepapier beleget werde, in diesen Reagantien sehr deutliche Spuren einer Bildung von Laugensalz sowohl als von Säuren hervorbringe, und daß diese Wirkungen in der Reihe von Zink, Bley, Zinn, Kupfer, Eisen, legirtem Silber, Gold, Platina so abnehmen,

daß in den beyden letztern gar nichts mehr davon bemerklich sey. Die Volta'sche Theorie könne, wenn sie consequent seyn solle, nicht anders, als diese Erscheinungen einer Elektricitätsentwickelung zwischen den Metallen und der Flüssigkeit zuschreiben, so gut sie später die Bildung von Laugensalz und Säure in dem Gasapparate einer Säule, dem Durchströmen von Elektricität zugeschrieben habe. Nun müsse sie aber auch zeigen, ob jene Elektricitätsentwickelung zwischen den einzelnen Metallen und den sie berührenden feuchten Leitern keinen Einfluß auf die Bewegung, (nicht auf die Tension) derjenigen Elektricität habe, die durch die elektromotorische Wirkung der einander berührenden heterogenen Metalle entstehe. Sie müsse es um so mehr zeigen, als in der geschlossenen einfachen Kette und in der geschlossenen Säule jene chemischen Wirkungen der einzeln befeuchteten Metalle constant so auffallend abgeändert erscheinen, daß sich nun immer die Laugensalzbildung concentrirt an der Fläche des negativ —, die Säurebiloung aber an der Fläche des positiv-elektrisch gewordenen Metalles zeige. Wie sey es möglich, wenn die Bildung der Salze, die zwischen dem Zinke und dem feuchten Leiter statt finde, die Folge eines elektrischen Prozesses sey, und wenn die Trennung dieser Salze in zwey Schichte ebenfalls die Folge eines andern elektrischen Prozesses sey, daß diese beyden Prozesse nicht in einander eingriffen, und daß eine vollständige Theorie der Säule (nämlich der mit feuchten Leitern, und eine andere kennten wir bis jetzt noch nicht) gegeben werde, ohne daß man die Art jenes Ineinandergreifens kenne? Und bliebe denn nicht, so lange dies nicht erfüllt sey, über die mancherley Modificationen der chemischen Wirkungen, je nach der verschiedenen Gestalt und Natur der feuchten Leiter, immer noch der Zweifel übrig, daß jene Modificationen vielleicht nicht blos von dem mit jenen Bedingungen veränderten Leitungsvermögen der feuchten Leiter herrührten, sondern von

Veränderungen in dem elektrisch chemischen Prozesse zwischen den feuchten Leitern und den sie berührenden Metallen, oder in dem Verhältnisse dieses Prozesses zu der elektromotorischen Action der einander berührenden Metalle?

Für die rein-elektrischen Erscheinungen der Säule sey Volta's Theorie vollkommen befriedigend; und hätten wir eine Säule gefunden, in welcher zwischen den Elektromotoren chemisch unveränderliche und zugleich nicht als Excitatoren wirkende Stoffe die Stelle der feuchten Leiter verträten, so wäre für diese die Theorie vollendet, und ließe nichts mehr zu erklären übrig. Wir würden dann durch Vergleichung der Wirkungen einer solchen trocknen Säule mit den Wirkungen einer feuchte Leiter enthaltenden Säule am besten heraus finden, was in der rein elektrischen Funktion der Elektromotore abgeändert werde, durch die elektrisch-chemische Funktion der chemisch veränderlichen feuchten Leiter.

So lange nun diese Entdeckung noch nicht gemacht sey, so lange könne die Vermuthung nicht geradezu abgewiesen werden: daß in der gewöhnlichen Säule noch etwas anders vorgehe, als die bloße Durchleitung und Addition der durch die Elektromotore erregten Elektricität, wenn gleich unläugbar die elektrischen Erscheinungen der Säule ihren Ursprung in der Erregung hätten, die zwischen den heterogenen Metallplatten statt finde.

Gleich nach der Entdeckung der trocknen oder Zamboni'schen Säule war Herr Jaeger *) einer der ersten, der sich mit genauer Untersuchung derselben beschäftigte. Sein erstes Bestreben ging dahin, an solchen trocknen Säulen folgenden Satz zu prüfen: Wenn nämlich die Wirkungen dieser trocknen Säulen erklärlich seyen aus dem Volta'schen Princip der Durchleitung der erregten Elektricität durch die Zwischenkörper, und der Addition dieser Elektricität mittelst jener Durchleitung, so müßten

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XLIX. S. 47 ff.

die Zwischenkörper in jeder wirksamen trocknen Säule in eine besondere Classe von Leitern gehören, welche, ohne mit den Metallen eine bedeutende Erregung hervorzubringen, die Elektricität durch sich hindurchlassen. Zu dieser Absicht stellte er mehrere Versuche an. Unter andern ließ er 12 Zink- und eben so viele Kupferscheiben genau eben abschleifen und poliren; überzog sodann die polirten Flächen je zwey aneinander genau anschließender Zink- und Kupferscheiben mit einer dünnen Lage Copalfirniß, klebte beyde, ehe der Firniß noch ganz trocken war, mit den gefirnißten Flächen auf einander, und ließ sie dann auf einem geheizten Ofen völlig trocknen. Auf diese Art erhielt er 12 Condensatoren, wovon jeder aus einer Zink- und Kupferscheibe bestand, und welche durch eine beyde zusammenklebende Harzschicht getrennt waren. Nun legte er die freye Seite der Kupferscheibe des Condensators N. 1. auf eine mit dem Boden leitend verbundene Unterlage von Zink, dann auf die freye Seite der Zinkscheibe dieses Condensators die freye Kupferseite des Condensators N. 2. und so fort. Wurde nun der Zink N. 12. mit dem kupfernen Collector eines guten Condensators, der auf seiner ableitend berührten Unterlage ruhete, durch einen isolirten Leiter verbunden, so zeigte nach wiedergetrennter Verbindung der aufgehobene Collector jedesmal — E, und zwar von einer 13 mal so großen Spannung, als ein einzelnes ableitend berührtes Stück Zink an demselben Collector hervorbrachte. Mit Verminderung der Anzahl der verbundenen Scheiben zeigte auch der Collector in eben dem verminderten Maaße — E, in welchem wenigere Zink- und Kupferscheiben mit einander in metallischer Berührung standen. Kurz diese Säule zeigte unerschöpflich alle elektrische Aeußerungen einer mit nassen Leitern aufgebaueten gewöhnlichen Zink-Kupfersäule, mit dem einzigen Unterschiede, daß die Ladung des Collectors immer eine beträchtlich längere Zeit zu erfordern schien, als bey der letztern. Alle diese Versuche gelangen eben so gut neben dem geheizten Ofen, als an jedem andern Orte.

Wenn er die polirten Flächen der Zink- und Kupferscheiben blos mit einer dünnen Lage Copalfirniß überzog, und über diese eine Scheibe von dünnem Taffet glatt anklebte, und alsdenn stark austrocknete, so erhielt er wiederum eine Säule nach dem vorigen Schema, welche auch dieselben Eigenschaften zeigte.

Eben dies gelang, als er blos die Spiegelflächen der Zinkscheiben firnißte, und auf jede eine Scheibe von Goldpapier, mit der Papierseite auf den Firniß gelegt, aufklebte, und nun die Säule so aufschichtete, daß die freye Seite jeder Zinkscheibe mit der Goldseite des Papiers der nächstanstoßenden Zinkscheibe in Berührung kam.

Nun nahm er von dünnem grünlichen Fensterglase Quadrate, von etwa 1½ Zoll Seite, überzog die eine Fläche mittelst Leinwassers mit unächtem Schaumgolde, die andere mit unächtem Schaumsilber, und schichtete dann 24 solcher Quadrate auf einander. Sie zeigten, den Condensator auf dieselbe Art wie vorhin angewandt, die 24 oder 25 fache E, welche unächtes Gold und Silber in ihrer einfachen Berührung mittelst desselben Condensators hervorbrachten.

Aus diesen und andern ähnlichen Versuchen bemerkte Herr Jaeger, daß, wenn Glas, Harz, Seide, Papier, Feuerstein und thierischer Leim zu Zwischenkörpern tauglich wären, es schon aus der Natur dieser Stoffe mehr als unwahrscheinlich werde, daß sie in den trocknen Säulen die Function hätten, die Elektricität in einem nach einer Richtung hingehenden Strome durch sich hindurchzulassen. Denn sie seyn sämmtlich entweder sogenannte isolirende Körper, oder doch so schlechte Leiter, daß sie zu Condensatoren gebraucht würden, also entgegengesetzte Elektricitäten an ihren einander gegenüberstehenden Flächen anhäufen könnten, ohne sie durch sich hindurch zu lassen. Daß aber diese Zwischenkörper der trocknen Säulen wirklich nicht in dem Sinne leiteten, in welchem dieses von den feuchten Leitern der gewöhnlichen Volta'schen Säule behauptet werde, das

erhelle schon aus der Möglichkeit, die Wirkungen der trocknen Säulen mittelst des Condensators verstärkt darzustellen. In der ersten aufgebaueten trocknen Säule sey der Collector des Condensators selbst ein Theil des Säulengliedes. Wenn also die erregte E durch die Harzschichten zwischen den übrigen Gliedern in einer Richtung hindurch geleitet werden könnte, so müßte sie auch die letzte Harzschicht zwischen dem Collector und seiner Unterlage in derselben Richtung durchströmen. Damit wäre aber aller Grund einer Condensation, und mithin die Erscheinung selbst, aufgehoben; denn alle Versuche, welche man an trocknen oder nassen Säulen mit dem Condensator anstelle, gründeten sich lediglich auf die Voraussetzung, daß die Säulenelektricität die Harzschichte zwischen den Condensatorplatten nicht durchdringe, sondern, durch Anhäufung an der einen Fläche derselben, die entgegengesetzte Elektricität an der andern hervorrufe.

Eben diese Eigenschaft der idioelektrischen Zwischenkörper zwischen den Elektromotoren erkläre aber auch vollständig ihr Vermögen, in den trocknen Säulen die Elektricität in geradem Verhältnisse mit der Anzahl der Plattenpaare zu verstärken. Da die Gesetze bekannt seyn, nach welchen sich die elektrischen Aeußerungen der Säule in den verschiedenen Zuständen abänderten, in welche man die Säule versetze, so seyn jene Aeußerungen in allen Fällen leicht erkläret, sobald auch nur für einen einzelnen gegebenen Fall eine genugthuende Erklärung gefunden sey. Herr Jaeger wählte den, in welchem die Säule an ihrem einen, und zwar an dem negativen Endmetalle mit dem Boden in leitender Verbindung stand.

Es sey klar, daß in diesem Falle die + E, welche in dem nächstfolgenden positiven Metalle durch Erregung entstehe, sich an der an ihr gränzenden Harz- oder Glasfläche anhäufen müsse. Durch bloße Atmosphärenwirkung werde dieses + E ein ihm gleiches — E an der andern Gränzfläche dieses Zwischenkörpers mit

der folgenden zweyten negativen Metallscheibe hervorrufen, und diese werde also, da ihr — E hiedurch gebunden sey, freyes + E von derselben Spannung, der an sie anstoßenden zweyten positiven Metallscheibe mittheilen. Durch die elektromotorische Wirkung zwischen dem zweyten negativen und dem zweyten positiven Metalle erhalte aber letzteres schon ohnehin ein eben so großes + E; folglich habe es nun das doppelte + E der ersten positiven Scheibe. Und da durch die ganze Säule hindurch die an der einen Seite einer Glas- oder Harzfläche angehäufte E von der Spannung n, an der andern Seite derselben Glas- oder Harzscheibe die entgegengesetzte E von derselben Spannung n hervorrufe, so werde durchaus der an diese andere Seite anstoßende Elektromotor eine E von der Spannung n, + der einfachen Spannung, die er schon für sich als Elektromotor hervorbringe, erhalten. Diese Wirkungen seyn unerschöpflich, weil ihre Ursache (die Erregung der Elektricität durch gegenseitige Berührung heterogener Metalle) eine unerschöpfliche sey. So lange das erste negative Metall mit dem Boden in Verbindung sey, so lange ergieße auch das erste positive Metall + E in den Zwischenkörper, und so lange häufe sich auch von dem zweyten negativen Metalle aus, — E an der andern Seite dieses Zwischenkörpers an. Diese Anhäufung an den Flächen habe allerdings ihre Gränzen; allein es liege in der Natur der idioelektrischen Körper, daß die Elektricität, wenn sie sich an ihren Flächen bis zu dieser Grenze angehäuft habe, in ihr Inneres eindringe. Es werden sich daher endlich die entgegengesetzten E in der Mitte eines jeden Zwischenkörpers begegnen, sich dort mit einander neutralisiren, und so immer eine neue Anhäufung an den Flächen möglich machen; nur werde, je größere Schwierigkeiten die Natur eines solchen Isolators dem Eindringen der elektrischen Flüssigkeit entgegengesetzt, und wahrscheinlich auch je dicker er sey, immer eine um so größere Zeit verstreichen, bis sich die Pole der Elektro-

motore, zwischen welchen er liege, wiederum laden, und ein prüfendes Instrument afficiren könnten; wie dieses die Erfahrung bereits zum Theil dargethan habe.

Diese trockenen Säulen bestehen also nach Herrn Jaeger aus einer Reihe von Elektromotoren, welche in ein System von Condensatoren zusammengeordnet sind, und von ihnen scheint ihm erwiesen zu seyn, was er bereits vor 11 Jahren von der gewöhnlichen Volta'schen Säule vermuthet habe. Es sey kein Strom da, welcher die Säule in einer Richtung durchdringe, sondern die Säule sey ein System von Quellen, welche nach entgegengesetzten Richtungen von den metallischen Berührungen eines jeden Plattenpaars ausströmen, und sich wechselseitig in jedem Zwischenleiter zerstören.

Es schienen daher durch die trocknen Säulen die Forderungen keinesweges erfüllt zu seyn, welche er nach dem oben Angeführten an eine mit chemisch unveränderlichen Zwischenleitern erbaute Säule, wenn sie zu einem befriedigenden Beweise der Volta'schen Theorie dienen sollte, gemacht habe. Denn die Zwischenkörper in diesen trocknen Säulen verträten gar nicht die Function der feuchten Leiter in dem Sinne jener Theorie, sondern vermittelten blos die Möglichkeit der Anhäufung und des Latentwerdens der Elektricitäten, welche sich aus den ungleichnahmigen, einander gegenüberstehenden Polen zweyer Elektromotoren, zwischen welchen jene Zwischenkörper lägen, zu ergießen strebten.

Aus dieser Wirkungsweise erklärten sich alle und jede elektrische Aeußerungen der trocknen Säulen. Diese Aeußerungen seyn aber denen einer gewöhnlichen Volta'schen Säule mit feuchten Zwischenleitern durchaus, und selbst in den kleinsten Umständen (die Retardation der Ladung ausgenommen), völlig gleich und ähnlich. Warum sollten wir also zur Erklärung der Wirkungen der nassen Säulen ein neues Princip annehmen, nämlich das der Durchleitung der von den Elektromotoren erregten Elektricitäten in einem Strome durch die feuchten Zwi-

schenkörper hindurch? ein Princip, das die Erscheinungen der trocknen Säule gar nicht erkläre, und aus dem sich die Erscheinungen der nassen Säulen um nichts bessers ableiten ließen, als aus dem eben entwickelten Princip des Latentwerdens jener Elektricitäten in den idioelektrischen, halbleitenden, oder nassen Zwischenkörpern, und welches uns in neue Schwierigkeiten verwickele, wenn wir es auf die Erklärungen chemischer Wirkungen anwenden wollten, welche den gewöhnlichen nassen Säulen eigenthümlich seyn.

Auch die nasse Säule lasse sich als ein System von Condensatoren betrachten, deren heterogene Platten sich durch Erregung mit entgegengesetzten Elektricitäten ladeten, welche entgegengesetzte Elektricitäten sodann in den zwischen jenen Platten liegenden feuchten Zwischenkörpern gebunden, oder latent gemacht würden. Nur über die Weise, auf welche dieses Latentwerden durch die feuchten Zwischenkörper bewirkt werde, könnten die Meinungen derer, denen die Volta'sche Theorie durch Durchleitung nicht genüge, verschieden seyn. Entweder der Hergang sey ganz derselbe wie bey den trocknen Säulen, und jeder nasse Zwischenkörper spalte sich in zwey Zonen, in welchen sich die entgegengesetzten Elektricitäten der an ihn anstoßenden beyden Elektromotore anhäufen, und in deren Mitte sie sich wechselseitig neutralisiren. Oder die aus diesen Elektromotoren ausströmenden Elektricitäten werden in dem feuchten Körper latent durch chemische Prozesse, welche sie mit der Feuchtigkeit erst eingehen. Oder endlich, sie werden latent durch Anziehung gegen chemische Produkte, welche die Feuchtigkeit für sich schon in ihrer einfachen Berührung hervorgebracht hat.

Eine genaue Vergleichung der Wirkungen der trockenen Säulen mit denen der nassen Säulen, sowohl derer, welche bloß elektrisch wirken, als derer, welche zugleich chemische Wirkung äußern, und eine sorgfältige Betrachtung der Phänomene, welche die Flüssigkeiten für sich im Contacte mit den Metallen hervorbringen,

werde ohne Zweifel einſt über den Werth dieſer verſchiedenen Anſichten entſcheiden, oder zeigen, daß jenes Princip des Latentwerdens der erregten Elektricitäten, in verſchiedenen Säulen auf verſchiedene Weiſe erreicht werde. Eine damals neue Claſſe von Phänomenen, und dann die Eigenthümlichkeiten der chemiſch unwirkſamen naſſen Säulen, deren feuchte Leiter durch eine Goldſcheibe unterbrochen ſind, hätten ihm vor 13 Jahren die Meinung für die wahrſcheinlichſte halten laſſen, daß die erregten Elektricitäten durch ihr Eingreifen in einen ſchon früher und unabhängig von ihnen vorhandenen chemiſchen Prozeß latent gemacht werden, und er habe damals dieſe Meinung mittelſt einer Hypotheſe durchzuführen geſucht, welche allerdings unerwieſen ſey.

Herr de Luc *), welcher der eigentliche Erfinder der trockenen Säulen iſt, ſucht die Erſcheinungen der Volta'ſchen Säule aus ſeiner Theorie der Elektricität (M. ſ. den Artikel, Elektricität. B. I. S. 922.) zu erklären. Er glaubte ſich aus ſeinen mit der Volta'ſchen Säule angeſtellten Verſuchen für überzeugt zu halten, daß das Weſen, welches in der Volta'ſchen Säule thätig ſey, bloß die elektriſche Flüſſigkeit ausmache, welche in ihr eine Modification erleide, ſo daß eine ſehr geringe Menge dieſer Flüſſigkeit Wirkungen hervorzubringen im Stande wäre, welche viel größere durch die Leidner Flaſche in Bewegung geſetzte Mengen nicht zeigten. Dieſe Modification, welche nach de Luc die elektriſche Flüſſigkeit in der Säule erleidet, beſteht darin, daß einige Theile derſelben zerſetzt werden, durch eine ſehr kleine Zunahme an Dichtigkeit, welche ſtatt finde, wenn der Leiter unterbrochen ſey. Die Dichtigkeit des elektriſchen Fluidums hänge aber von der elektriſchen Materie, und ſeine Expanſivkraft von der Menge des elektriſchen fortleitenden Fluidums ab. So wie Luft in einem eingeſchloſſenen

*) Introduction à la phyſique terreſtre par les fluides expanſibles. Paris 1803. und traité élementaire ſur le fluide électro-galvanique. Paris 1804.

Raume, wenn man sie an einer Stelle erwärme oder erkalte, hier dünner oder dichter als an andern Stellen werde, indeß ihre Expansivkraft überall im Gefäße dieselbe bleibe, und überall gleich stark zu- und abnehme; eben so könne in einem isolirten Leiter durch einen isolirten positiv-elektrischen Körper mittelst des elektrischen fortleitenden Fluidums, das um ihn angehäuft sey, die Expansibilität der natürlichen elektrischen Flüssigkeit erhöht, ihre Dichtigkeit aber vermindert werden; und umgekehrt könne ein negativ-elektrischer Körper, um welchen das elektrische fortleitende Fluidum fehle, etwas von dem elektrischen fortleitenden Fluidum der natürlichen Elektricität des benachbarten isolirten Leiters verschlucken; sobald aber die Expansivkraft der elektrischen Flüssigkeit abnehme, nehme sogleich ihre Dichtigkeit zu.

Wenn man voraussetze, daß sich die Divergenzen der Elektroskope durch den Ueberschuß oder Mangel an elektrischer Materie, in Beziehung auf eine gewisse Norm, bestimmen ließen; so könnten auch alle Erscheinungen von Einwirkung elektrischer Atmosphären auf den natürlichen Zustand der Elektricität in Leitern, die in diese Atmosphäre gebracht würden, sehr genügend erklärt werden. Hierüber hat er mannigfaltige und abgeänderte Versuche angestellt, welche ihm wahre physische Beweise des folgenden Fundamentalsatzes seiner Theorie der galvanischen Elektricität zu seyn scheinen: zwischen zwey sich berührenden isolirten Körpern kann selbst dann ein Gleichgewicht der Expansivkraft der elektrischen Flüssigkeit statt finden, wenn die Dichtigkeit dieser Flüssigkeit (oder die verhältnißmäßige Menge elektrischer Materie, die sie enthält), in beyden verschieden ist; indem der Ueberschuß des elektrischen fortleitenden Fluidums in dem einen, den Mangel der elektrischen Materie in ihm ersetzt.

Nach Herr de Luc muß in einem einzelnen Plattenpaare Zink und Kupfer, in der elektrischen Flüssigkeit Gleichgewicht der Expansivkraft statt finden. Die Verschiedenheit in ihrem elektrischen Zustande kann also

nur von einer verschiedenen Dichtigkeit der elektrischen Flüssigkeit in beyden herrühren. Gebe man daher zu, daß das Kupfer die Eigenschaft besitze, während der Berührung der beyden Metalle aus der umgebenden Luft mehr das elektrische fortleitende Fluidum, als der Zink, abzuziehen, so werde die elektrische Flüssigkeit des Kupfers im Gleichgewichte der Expansivkraft mit der des Zinkes seyn, obgleich sie eine geringere Dichtigkeit habe. Wenn diese Einwirkung beyder Metalle auf einander durch hinlängliches Entfernen aufgehört habe, so bemächtige sich jedes derselben augenblicklich wieder eines seiner Menge elektrischer Materie entsprechenden Antheils von elektrischem fortleitendem Fluidum auf Kosten des sie umgebenden Mittels. Und daher rührte es, daß die Modificationen, welche das Zink und das Kupfer in ihrer Berührung erleiden, und ihre Wirkungen auf die Körper, welche man in die Kette einer galvanischen Zink-Kupfersäule bringe, verwandelt werden in Modificationen der Menge der elektrischen Flüssigkeit selbst.

Herr de Luc wiederholte den bekannten Versuch des Herrn Volta, mit einer Zink- und einer Kupferscheibe, von 4 Zoll Durchmesser, die an der einen Seite jede mit einem isolirenden Handgriff in der Mitte versehen waren. 1. Er legte zuerst die Kupferscheibe auf die Hand, setzte auf sie die Zinkscheibe isolirt, berührte sie mit dem Finger, hob sie dann isolirt ab, und berührte mit ihr den Condensator. Wurde nach 20 Wiederholungen dieses Verfahrens der Deckel des Condensators abgehoben und an ein Goldblattelektrometer gebracht, so divergirten die Goldblättchen des Elektrometers um ungefähr 0,5″ + E. Als de Luc den Versuch wiederholte, ohne die obere Platte mit dem Finger zu berühren, während sie auf der untern stand, kamen die Goldblättchen nach 20 Berührungen zum Anschlagen, und 10 Berührungen des Condensators brachten denselben Erfolg als zuvor 20 hervor. Dies beweise, daß der Zink dem Kupfer, mit dem er in Berührung sey, einen

Theil der elektrischen Flüssigkeit entziehe, und daß er andern Körpern, die man mit ihm in Berührung bringe, einen Theil seines Ueberflusses mittheile. Dies sey der Fall, wenn er, während er auf der Kupfertafel liege, ableitend berührt werde, welches also für den Erfolg mehr schädlich als nützlich sey, auch abändernd einwirken könnte. 2. Als der Zink auf der Hand lag, und die Kupferscheibe darauf gesetzt, mit dem Finger berührt, und dann an den Condensator gebracht wurde, gab sie diesem — E; und als der Versuch wiederholt wurde, ohne daß man die Kupferscheibe mit dem Finger berührte, entstand — E in gleicher Menge. Im Ganzen werden nach de Luc mehr Wiederholungen erfordert, um mit dem — E des Kupfers den Condensator im gleichen Grade zu laden, als mit dem + E des Zinks.

Aus diesen Versuchen ergebe sich, daß, so oft Zink und Kupfer mit einander in Berührung seyn, der erstere sich eines Theils der elektrischen Flüssigkeit des letztern bemächtige und sich darin mit andern Körpern theile, die ihn berührten. Beym ersten Versuche gab er sie dem Condensator, während der Erdboden sie dem Kupfer wieder ersetzte; im zweyten Versuch gab er sie dem Erdboden, und der Condensator ersetzte dem Kupfer einen Theil seines Verlusts und wurde dadurch — E. Und dies sey das Wesentliche, wodurch die Bewegung der elektrischen Flüssigkeit in der Säule bestimmt werde. In seiner Säule aus Zink und sogenanntem Goldpapier werde 1. in jedem Paare dem Kupfer etwas Elektricität von dem Zink entzogen, und 2. ein Theil dieser entzogenen Elektricität, durch das den Zink berührende Papier hindurch, dem Kupfer des folgenden Paars mitgetheilt. Dadurch wachse die ganze Länge der nicht isolirten Säule hindurch der negative Zustand nach der Kupferseite zu, und der positive Zustand nach der Zinkseite zu, bis an beyde Pole. In der isolirten Säule gingen dagegen die entgegengesetzt-elektrischen Zustände von einem Neutralitätspunkte in der Mitte der Säule

aus. Eine horizontale Säule, die an beyden Enden mit Goldblatt-Elektroskopen und noch mit einem dritten beweglichen Elektroskop versehen war, das sich an allen Theilen der Säulen anbringen ließ, entsprach in ihren Erscheinungen dieser Theorie vollkommen. Wäre der Zustand der Luft so gewesen, daß in der isolirten Säule die Elektroskope an beyden Enden gleich divergirten, so sey der Nullpunkt in der Mitte der Säule gewesen. Je nachdem der Kupferpol oder der Zinkpol mit der Erde in leitende Verbindung gesetzt wurde, war dann die erste Metallplatte des Kupferendes oder die erste Platte des Zinkendes allein o E, und es wuchs von diesen Endplatten ab der elektrische Zustand, im ersten Fall des + E, und im zweyten des — E, immer stärker an bis an das entgegengesetzte Ende der Säule, und die Elektrometer divergirten jetzt, das in der Mitte der Säule eben so stark, und das am nicht berührten Ende doppelt so stark, als in der isolirten Säule das Elektrometer an demselben Ende divergirt hatte.

Uebrigens bemerkt Herr de Luc, daß es ihm scheine, Davy's oben angeführte Theorie gründe sich auf verborgene Ursachen, welche Baco mit Recht verworfen habe. Die elektrischen, positiven und negativen Kräfte, bezeichneten Ausdrücke, welche Davy als Ursachen aufstelle, und möchten allenfalls innerhalb der engen Grenzen der Versuche, welche dieser Naturforscher beschreibe, auszureichen scheinen; allein Davy habe keine Rücksicht auf die Erscheinungen in unserer Atmosphäre genommen, und doch wirke in dieser vorzüglich die elektrische Flüssigkeit, welche Davy nie als eine Substanz betrachte, sondern von der er nur immer als Kräfte oder elektrische Energieen spreche. Diese Wörter seyn aber ohne Sinn, wenn man auf sie die Begriffe der Ursachen anwenden wolle, indeß alle meteorologische Erscheinungen das Vorhandenseyn einer Flüssigkeit darthäten, deren chemische Verwandtschaften, wie sie sich schon geäußert haben, uns zu den wichtigsten Entdeckungen Aussicht gäben.

Zur Berichtigung der Folgen, welche Davy aus seinen Grundsätzen über die Wirkungsart der Säule ziehe, habe er dieserwegen neuere Versuche angestellt. Herr Gilbert α) bemerkt aber ganz richtig, daß aus allen diesen Arbeiten nur zu deutlich hervorgehe, daß Herr de Luc Volta's Theorie und Davy's elektrische Untersuchungen nicht recht kannte, daß er eben so wenig Kunde hatte von den wichtigen Arbeiten anderer, besonders deutscher Naturforscher, über die Bedingungen der Wirksamkeit der Säule, und daß er oft aus mangelhaft angestellten Versuchen, selbst in den Hauptsätzen irrige Schlüsse zieht, welche genauere Versuche schon seit vielen Jahren als unstatthaft kennen gelehrt hatten.

Der Herr Leibmedicus von Jaeger hat nach der Zeit sich mit den trockenen Säulen auf vielfache und mannigfaltige Art beschäftigt, und führt in einem Briefe datirt den 29. Sept. 1815. an Herrn Professor Gilbert β) an, er habe für sich die Ueberzeugung gewonnen, daß die Volta'sche Theorie der Säule nicht fortbestehen könne. Die scharfsinnigen Arbeiten dieses Mannes enthalten die Untersuchungen zur Begründung einer Theorie der trockenen Volta'schen Säulen γ). Vorzüglich ist es ihm zuerst um den Beweis folgenden Satzes zu thun:

Es giebt elektrisch-wirksame Säulen, deren einzelne Elektromotore durch Stoffe von einander getrennt sind, welche keine Elektricität in einer Richtung durch sich hindurch lassen, dagegen aber die Eigenschaft besitzen, wenn der einen ihrer Flächen positive oder negative Elektricität zugeführt wird, erstens an der andern gegenüberstehenden, einen vollkommnen Leiter berührenden Oberfläche die entgegengesetzte Elektricität hervor zu rufen, und zweytens von diesen beyderley Elektricitäten in entgegen-

α) Annalen der Physik. B. XLIX. S. 70.

β) Gilbert's Annalen der Physik. B. LI. S. 195.

γ) Ebendaselbst. B. LII. S. 81 f. f.

gesetzten Richtungen so durchdrungen zu werden, daß sich beyde in ihnen begegnen, und in ihrem Innern mit einander neutralisiren und zu Null werden. Diese letzte Eigenschaft benennt Jaeger die Durchdringlichkeit jener Stoffe für die elektrische Flüssigkeit.

Diesen Satz suchte Herr von Jaeger zuerst durch eine elektrisch-wirksame Säule zu erweisen, deren Elektromotore durch eine ihre entgegengesetzte Pole zusammenklebende Harzschicht, einer mit dem andern verbunden waren. Daß eine solche Harzschicht die Eigenschaft besitze, wenn einer ihrer Seiten ± E zugeführt wird, an dem ihre andere Seite berührenden Leiter die entgegengesetzte E hervorzurufen, haben mehrere von ihm angestellte Versuche dargethan.

Wenn man unter andern zwischen die oberen und polirten Flächen einer Zink- und einer Kupferplatte eine Scheibe trockenes dünnes Velinpapier legt, so erhält man einen wirklichen Condensator, mit welchem sich der Volta'sche Fundamentalversuch ganz deutlich anstellen läßt, wenn jede der beyden Platten in ihrem Rande ein eingelassenes Glasstängelchen hat, bey welchem man sie isolirt eine von der andern abheben kann. Ein System von mehreren solchen Condensatoren ladet jeden guten Condensator, dessen Platten mit Harzfirniß überzogen sind, im Verhältnisse der im Systeme enthaltenen Anzahl von Elektromotoren; und 15 solche durch Velinpapier von einander getrennte wirkten schon unmittelbar merklich auf das Behrens'sche von Bohnenberger verbesserte Elektrometer. M. s. Elektrognomon. Th. VIII. S. 575.

Einen noch bessern Condensator erhält man, wenn man die Zink- und Kupferplatten an ihren Spiegelflächen mit einer Auflösung von Hausenblase in Alkohol überzieht, und sie ganz austrocknen läßt. Ein nach dem Gesetze der Säule zusammengesetztes System von solchen Condensatoren ist ebenfalls elektrisch wirksam. Selbst eine Zink-Kupfersäule aus 20 bis 30 Elektro-

motoren, deren Kupferplatten an einer ihrer Flächen einen völlig trocknen Bernsteinfirniß-Ueberzug haben, setzt das Goldblättchen des Bohnenbergerschen Elektrometers in Bewegung; und hier meint Herr Jaeger sind doch wohl alle Bedingungen erfüllt, unter welchen die Elektricität des einen Pols eines jeden Elektromotors gehindert sey, durch Leitung in einer Richtung zu dem entgegengesetzten Pol des nächsten Elektromotors überzugehen.

Für das, was hier erwiesen werden sollte, sey es zwar eigentlich gleichgültig, ob der Zwischenkörper, der bey diesen Säulen gebraucht werde, wässeriche Feuchtigkeit enthalte, oder nicht, und selbst ob seine Fähigkeit bey Zuführung von Elektricität zu einer seiner Flächen, an der andern Fläche die entgegengesetzte Elektricität hervorzurufen, von diesem Wassergehalte abhange, oder nicht. Indessen wolle er doch denjenigen Physikern, welche feucht seyn, und die elektrische Flüssigkeit in einer Richtung fortleiten, für synonym hielten, folgendes zu bedenken geben:

1. Die zuletzt angeführten Säulen, deren Kupferplatten mit einer trocknen Schichte von Bernsteinfirniß überzogen seyn, beständen aus wahren Condensatoren, es müßte daher bey allen Condensatoren Feuchtigkeit mit im Spiele seyn, wenn sie bey diesen Säulen als mitwirkend angenommen werde.

2. Eine Zink-Kupfersäule, deren Elektromotore durch Bernsteinfirniß verbunden gewesen, welcher auf den stark erhitzten Platten beynahe völlig abgetrocknet gewesen, so daß er diese noch kaum anzukleben vermochte, habe sich ihm immer seit 6 Monaten elektrisch gezeigt. Unter denselben Umständen wirke auch eine Säule aus Glasplatten, die mit den heterogenen Metallen belegt wären, auf das Elektrometer eine geraume Zeit fort.

3. Eine Zink-Kupfersäule, deren Elektromotore an ihren polirten Endflächen mit einer völlig trockenen Schichte Bernsteinfirniß überzogen seyn, wirke äußerst langsam unmittelbar auf das Elektrometer, und lade ei-

nen Condensator, dessen Platten mit demselben Firnisse überzogen seyn, gar nicht. Man brauche aber nur ein wenig Olivenöl auf die trockenen Harzschichten zu streichen, so wirke eine solche Säule sogleich auf das Elektrometer unmittelbar und schnell, und lade den vorigen Condensator vollkommen gut.

4. Hatte er an den Metallen keiner dieser Säulen in einem Zeitraume von vollen 6 bis 10 Monaten die geringste Oxydation bemerken können, welche, wenn Feuchtigkeit einwirke, nicht auszubleiben pflege.

Was die zweyte der oben angegebenen Eigenschaften der Zwischenkörper trockner elektrischer Säulen betreffe, nämlich, ihr Vermögen, die an ihren Flächen vorhandenen entgegengesetzten Elektricitäten allmählich in ihr Inneres eindringen zu lassen, so daß sie sich in ihnen begegnen, und gegenseitig zernichten, so lasse sich diese auf mehrere Art darthun; am einfachsten vielleicht durch folgenden Versuch. Wenn man eine nicht sehr große nasse oder trockne Säule an ihrem einen Pole a mit dem Boden, und an dem andern Pole b mit einem Elektrometer verbinde, so zeige diese bekanntlich das Maximum von Elektricität, das die Säule geben könne. Lege man nun auf den Pol b einen jener zusammengekitteten Condensatoren mit seiner einen Scheibe, während die andere Scheibe desselben ableitend berührt werde, so fielen die Strohhalme des Elektrometers beträchtlich, und zwar bleibend zusammen. Dies könnte nicht geschehen, wenn durch den harzigen Zwischenkörper nicht wirklich anhaltend Elektricität verloren ginge, indem sonst, nachdem die Condensation ihr Maximum erreicht hätte, die unerschöpflich aus und einströmende Elektricität die Strohhälmchen wieder auf den vorigen Grad der Spannung erheben müßte. Der harzige Zwischenkörper könne aber hier nicht etwa blos als ein schlechter Leiter wirken, welcher die Elektricität in einer Richtung durch sich hindurch in den Boden gehen lasse, denn die beyden Scheiben des zusammengekitteten Condensators wür-

den bey diesem Versuche mit entgegengesetzten Elektricitäten geladen. Es könne daher die von b ausströmende Elektricität nur dadurch, daß sie in den harzigen Zwischenkörper eindringe, und sich in ihm mit der von dem Boden aus herbeyströmenden entgegengesetzten Elektricität neutralisire, so geschwächt werden, wie es die bleibend verminderte Divergenz des Elektrometers zu erkennen gebe.

Auf welche Art die Größe der Spannung in der trockenen Säule entstehe, ist bereits oben angezeigt worden. Herr v. Jaeger hat aber hier auf eine noch mehr umfassende Art sich zu zeigen bemüht, wie der Hergang der Verstärkung der Elektricität in den trockenen Säulen erfolge, und dadurch zugleich einen wesentlichen Umstand, welchen Volta übersehen hatte, ins Licht gestellt. Zu dieser Absicht setzte er folgende Sätze voraus:

A) Wenn ein Condensator die ihm zugeführte Elektricität bey der gewöhnlichen Behandlungsart auf das xfache verstärkt zeige, so werde, wenn der einen Platte desselben ein unerschöpflicher Strom + E, von der Spannung y, und zugleich der andern Platte eben ein solcher Strom von — E von der Spannung z zugeführt werde, dieses Instrument nunmehr ± E von der Spannung x (y + z) zeigen; und von der Spannung 2xy, wenn y = z ist. Da wir durch die Volta'sche Säule in den Besitz eines vortrefflichen Mittels gekommen seyn, einem Condensator Elektricitäten von bestimmten Spannungen aus unerschöpflichen Quellen zuströmen zu lassen, so sey der Beweis hiervon leicht. Man bedürfe dazu nichts mehr, als zweyer Säulen von beliebiger Größe. Der — Pol der einen und der + Pol der andern werde mit dem Boden verbunden, auf dem + Pole der ersten ruhe die untere Platte des Condensators, während seine obere Platte mittelst eines isolirten Leiters mit dem — Pole der zweyten Säule in Berührung gesetzt werde. Der Condensator werde hierbey immer mit der Summe der Polarspannungen beyder Säulen gela-

den. Ein allgemeiner Beweis liege schon darin, daß jede isolirte Volta'sche Säule, deren Pole durch einen Condensator geschlossen würden, diesen mit dem Maximo der an ihr darstellbaren Elektricität lade, wenn man ein Glied der Säule, welches man wolle, mit dem Erdboden verbinde. Es werde nämlich in diesem Falle jeder Condensatorplatte ein unerschöpflicher Strom von $= E$ durch das Säulenstück zugeführt, welches sich zwischen ihr und der angebrachten Verbindung mit dem Boden befinde. Auf das einfachste könne man den Versuch mittelst eines guten Condensators anstellen, dessen eine Platte aus Kupfer, die andere aus Zink bestehe. Lege man ihn mit seiner Kupferplatte auf eine in der Hand gehaltene Unterlage von Zink, und berühre man sodann seine Zinkplatte mit einem Stücke Kupfer, so zeige diese Zinkplatte, wenn sie mittelst ihres isolirenden Handgriffs abgehoben werde, $+ E$ von der doppelten Intensität des einfachen Volta'schen Versuchs, d. h. genau noch einmal so starkes $+ E$, als man es erhalten haben würde, wenn man den Condensator mit seiner Kupferplatte auf die bloße Hand ohne Unterlage von Zink gelegt hätte. Diese Säule aus zwey Elektromotoren sey überhaupt die einfachste, welche verstärkte Elektricität zeigen könne, und in ihr sey das eine Princip der verstärkten, oder der Säulenelektricität vollkommen ausgesprochen.

B) Wenn man der einen Platte des Condensators, dessen Condensionskraft $= x$ sey, einen unerschöpflichen Strom von $+ E$ von der Spannung y, und der einen Platte eines andern gleich guten Condensators einen solchen Strom von $- E$ von der Spannung z zuführe, während die beyden andern Platten dieser Condensatoren durch einen isolirten Leiter mit einander verbunden seyn, so zeigten diese Condensatoren nunmehr $\pm E$ von der Spannung $\frac{x(y+z)}{2}$; und, wenn $y = z$ sey, von

der Spannung x y. Dies beweise folgender Versuch: Man erbaue zwey Volta'sche Säulen, jede von beliebiger Größe, die eine mit dem + Pole, die andere mit dem — Pole in Berührung mit der Erde. Auf den freyen Pol einer jeden lege man einen Condensator, beyde von gleicher Güte, und nun verbinde man die nach oben gekehrten Platten dieser beyden Condensatoren durch einen Leiter mit isolirtem Handgriff eine Zeitlang mit einander. Beyde Condensatoren werden immer mit der halben Summe der Polarspannungen beyder Säulen geladen werden. Allgemein erwiesen sey aber der Satz dadurch, daß jede isolirte Volta'sche Säule, deren beyde Pole auf die angeführte Art mit zwey gleich guten Condensatoren verbunden seyn, diese dem halben Maximo der ihr zukommenden Spannung lade, man möge einen Punkt derselben verbinden, welchen man wolle. Am einfachsten werde der Versuch mit zwey gleich guten Condensatoren, deren jeder aus einer gefirnißten Zink- und einer gefirnißten Kupferplatte bestehe. Man lege einen dieser Condensatoren mit seiner Kupferplatte auf die Hand, auf seine Zinkplatte aber lege man den zweyten Condensator mit seiner Kupferplatte. Berühre man nun die andere nach oben gekehrte Zinkplatte dieses zweyten Condensators ableitend und hebe sie an ihrem isolirenden Handgriffe ab, so zeige sie Elektricität von der halben Intensität derjenigen, welche beym einfachen Volta'schen Fundamentalversuche erscheine, und also halb so starke, als wenn man die Zinkplatte des ersten Condensators ableitend berührt hätte. Diese Zinkplatte des ersten, und die auf ihr ruhende Kupferplatte des zweyten Condensators bildeten hier ein unerschöpfliches ± E ausströmenden Elektromotor, welcher sich zwischen zwey Harzschichten eingeschlossen befinde. Der Erfolg könne blos davon herrühren, daß die in diesen beyden heterogenen Metallen erregten Elektricitäten einander durch wechselseitige Anziehung beschränkten, und sich so weit bänden, daß sie nicht mit

ihrer ganzen Intensität auf die anliegenden Harzschichten wirken könnten, und daher auch in den diesen gegenüber stehenden Leitern nur Elektricität von der halben Intensität hervorriefen.

In diesem Versuche spreche sich indirect das zweyte Princip der verstärkten oder sogenannten Säulenelektricität aus, insofern er zeige, daß nur alsdann die erregten Elektricitäten an den Polen eines jeden Elektromotors mit ihrer ganzen Intensität auftreten und auf den nächst anstoßenden Elektromotor verstärkend einwirken könnten, wenn die wechselseitige Beschränkung aufgehoben werde, welche sie da, wo sich die Metalle berührten, auf einander ausübten, und beyde sich von einander unabhängig loszutrennen im Stande seyn.

Wende man nun die Sätze A und B auf eine Säule an, deren Elektromotore durch vollkommen isolirende Zwischenkörper von einander getrennt seyn, und zugleich vollkommene Condensatoren bildeten, indem sie mit ebenen polirten Flächen an jene Zwischenkörper anstießen, so ergebe sich Folgendes: Wenn man auf die den Boden berührende Unterlage von Zink die Kupferplatte k 1, und auf diese die von ihr die isolirende Schicht getrennte Zinkplatte z, lege, so werde, wenn man z 1 ableitend berühre, und dann an seinem isolirenden Handgriffe abhebe, die Platte + E von der Spannung x y zeigen, vorausgesetzt es bezeichne x die Stärke des Condensators k 1 – z 1, und y die ursprüngliche Spannung der Elektricität, welche frey werde, wenn Zink und Kupfer mit einander in Berührung gebracht werden. Berühre man nun aber z 1, statt mit dem Finger, mit einem Stücke Kupfer, oder mit der in der Hand gehaltenen Kupferplatte k 2, so zeige das isolirt abgehobene z 1 jetzt + E von der Spannung 2 x y. Lege man ferner auf k 2 die Zinkplatte z 2 mit dem isolirenden Zwischenkörper, so werde z 2 berührt und isolirt abgehoben + E von der Spannung $\frac{2xy}{2}$, oder x y, zeigen. Berühre

man aber z 2, ſtatt mit dem Finger, mit der in der Hand gehaltenen Kupferplatte k 3, ſo müſſe nun nach dem, was die Combination beyder Geſetze verlange, das iſolirt abgehobene z 2 zeigen + E von der Spannung $xy + \frac{xy}{2} = xy\frac{3}{2}$. Werde weiter z 3 mit dem Zwiſchenkörper auf k 3 gelegt, ſo werde die erſt ableitend berührte und dann iſolirt abgehobene Scheibe z 3 nun + E von der Spannung $xy.\frac{3}{4}$ haben. Berühre man aber z 3, ſtatt mit dem Finger, mit der Kupferplatte k 4, ſo zeige z 3 nun + E von der Spannung $xy.\frac{3}{4} + \frac{xy}{2} = xy.\frac{5}{4}$; und ſo werde der nächſte Elektromotor, welchen man auf k 4 aufſchichte, Elektricität von der Spannung $xy.\frac{9}{8}$, und der nte Elektromotor E von der Spannung $xy\,\frac{2^n + 1}{2^n}$ zeigen. Sey nun n eine bedeutend große Zahl, ſo werde der Werth des letzten Ausdrucks beynahe $= xy$; und es folge daraus, daß das letzte Glied eines nach dem Schema der elektriſchen Säule erbaueten Syſtems von zahlreichen Condenſatoren, deren heterogene, zu Elektromotoren zuſammengefügte Metallplatten durch vollkommene Iſolatoren von einander getrennt wären, nur Elektricität von der einfachen Spannung des Volta'ſchen Fundamentalverſuchs zeigen könnte. Herr v. Jaeger hat dieſen Verſuch wirklich durchgeführt, und alles ſo aufs vollkommenſte beſtätigt gefunden, wenigſtens für die Beobachtungszeit, während welcher die Zwiſchenkörper als vollkommene Iſolatoren betrachtet werden konnten.

Ganz vollkommene Iſolatoren gebe es nun wahrſcheinlich nicht, und die Zwiſchenkörper wirkſamer trockner Säulen beſäßen alle mehr oder weniger Durchdringlichkeit für die elektriſche Flüſſigkeit. Eben dieſe ihre Eigenſchaft aber, an ihren die Pole der Elektromotore berührenden Flächen unaufhörlich entgegengeſetzte Elektri-

citäten in sich aufzunehmen, hebe den Einfluß des Gesetzes B) in so weit auf, daß jeder dieser Pole als mit einer Ableitung versehen zu betrachten sey, und daß die Elektricität derselben, nicht mehr beschränkt durch die entgegengesetzte des andern, nun mit ihrer ganzen Intensität nach außen wirken könne. Wenn in der vorigen Säule der Elektromotor, welchen die Unterlage von Zink und die Platte k 1 bildete, durch den durchdringlichen Zwischenkörper getrennt sey von dem Elektromotor z 1 k 2, so werde in den Platten z 1 und k 2 nicht nur + E und — E von der Spannung 2 y hervorgerufen, sondern, in dem die + E der Zinkplatte z 1 in den Zwischenkörper eindringe, werde in demselben Maaße die — E der Kupferplatte k 2 frey und fähig, mit dieser Spannung 2 y nach außen zu wirken, ohne von der + E der Scheibe z 1 beschränkt zu bleiben.

Lege man den Elektromotor k 3 z 2 sammt dem Zwischenkörper auf k 2, so werde auch in z 2 + E und in k 3 — E von der Spannung 2 y hervorgerufen, und da durch die Erregung zwischen k 3 und z 2 eine neue Portion E von der Spannung y hinzukomme, so werde z 2 nun + E von der Spannung 3 y und k 3 — E von derselben Spannung haben; und mit derselben Geschwindigkeit, mit welcher die + E der Platte z 2 in den Zwischenkörper eindringe, werde die — E der Platte k 3 frey und fähig, einem prüfenden Instrumente — E von der Spannung 3 y mitzutheilen. Derselbe Hergang wiederhole sich bey jedem Plattenpaare. Der der vorhandenen Säule zugewendete Pol des neu hinzugesetzten Elektromotors erhalte durch Atmosphärenwirkung die entgegengesetzte Elektricität des Endes der Säule in ihrer ganzen Elektricität, und hierzu komme dann noch die Intensität, welche er selbst besitze. Indem aber diese Elektricität in den ihn mit der Säule verbindenden Zwischenkörper eindringe, werde der andere Pol dieses Elektromotors, der nun das Ende der Säule ausmache, unerschöpflich geladen, und könne seine Elektri-

citat mit eben der Geschwindigkeit an ein prüfendes Instrument abgeben.

Herr v. Jaeger bedingt hier ausdrücklich ein prüfendes Instrument, nicht einen Condensator, weil derselbe hier nicht unbedingt als prüfendes Instrument angewendet werden könne. Wenn nämlich in dem prüfenden Instrumente die ihm zugeführte Elektricität mit eben derselben Geschwindigkeit zernichtet werde, mit welcher sie ihm von dem Pole der zu prüfenden Säule zugeführt werde, so könne sie durch dieses Instrument nicht dargestellt werden. Der Pol einer jeden Säule könne aber nur mit der Geschwindigkeit geladen werden, mit welcher die entgegengesetzten Elektricitäten in die Zwischenkörper dieser Säule eindringen, und sich in ihnen neutralisiren könnten. Seyn nun die Platten des prüfenden Condensators durch einen Stoff von derselben Durchdringlichkeit von einander getrennt, welche die zwischen den Platten der Säule befindlichen Zwischenkörper besäßen, so sey klar, daß in ihnen die entgegengesetzten Elektricitäten, welche ihm einer Seits von der Säule, anderer Seits vom Boden aus zugeführt würden, eben so schnell eindringen und zu o würden, als der Pol der Säule selbst geladen werde. Das Anfangs befremdende Phänomen, daß ein Condensator nie von einer Säule geladen werden könne, deren Platten den Platten des Condensators ganz gleich, und auf dieselbe Art und durch dieselben Zwischenstoffe wie die letztern von einander getrennt sind, sey daher in völliger Harmonie mit der Theorie der Säule. Es sey eben so unmöglich, als es unmöglich sey, durch ein Sieb abfließendes Wasser mit einem andern Siebe von gleich zahlreichen und gleich weiten Löchern aufzufassen und zu messen. So wie man aber dieses Wasser wohl auffassen, und seine Menge wenigstens vergleichen könne mittelst eines Siebs, dessen Boden wenigere und engere Löcher habe, als das, aus welchem das Wasser herbeyfließe; eben so lade jede Säule einen Condensator, des-

sen Platten auf eine Weise von einander gehalten seyn, durch welche dem Eindringen der beyderley Elektricitäten ein größerer Widerstand, als in den Zwischenkörpern der Säule selbst entgegengesetzt werde. Herr v. Jaeger hat darüber durch Versuche folgendes gefunden:

Ein Condensator, zwischen dessen Platten eine Scheibe dünnes Velinpapier liegt, wird geladen von einer nassen Säule.

Nimmt man zum Condensator eine Scheibe von dünnem frischbereiterem Wachspapier, so ladet er sich sowohl an einer nassen als an einer trocknen Säule, deren Zwischenkörper aus Scheiben von dünnem Velinpapier bestehen.

Ein Condensator, dessen Platten mit Hausenblase überzogen sind, wird geladen, erstens von den vorigen Säulen, zweytens von einer Säule, deren Elektromotore mit Harz zusammengekittet sind, und drittens von einer Glassäule.

Ein Condensator, dessen Platten blos mit Harz gefirnißt sind, wird von sämmtlichen vorigen Säulen und von einer Säule geladen, deren Platten mit Harz überzogen, und nach dem Trocknen mit etwas Oel bestrichen sind. Dagegen ladet keine der später genannten Säulen einen der früher genannten Condensatoren.

Man sehe, daß die Durchdringlichkeit der verschiedenen Zwischenkörper der trocknen Säulen nicht blos von ihrer eigenthümlichen Natur, sondern zum Theil auch von andern Bedingungen abhange. So scheine sie auffallend größer zu seyn, wenn der Zwischenkörper mit den Polen der Elektromotore ein zusammenhangendes Continuum bilde, wie dies bey den mit Harz zusammengekitteten Platten der Fall sey, als wenn er in einer abgesonderten Schichte zwischen ihnen liege, oder nur mit einem derselben cohärire. Eben diese Verschiedenheit erhelle auch aus der größern oder geringern Geschwindigkeit, mit welcher die verschiedenen Säulen unmittelbar das Elektrometer afficirten. Wenn dies bey

einer naſſen Säule im Momente der Berührung geſchehe, ſo würden bey einer Säule, deren Elektromotore durch Harz zuſammengekittet ſeyn, Minuten, und bey ſolchen, deren Harzſchichten kein Continuum bildeten, Stunden dazu erfordert. Selbſt eine Papierſäule, deren Gold- und Silberpapiere blos auf einander gelegt ſeyn, lade das Elektrometer auffallend langſamer, als eine aus zuſammengeleimten Papieren.

Uebrigens habe auch die äußere Temperatur auf den Grad der Durchdringlichkeit der Stoffe für Elektricität einen entſcheidenden Einfluß, und es ſey daher vielleicht die oben angegebene Stufenfolge nicht bey allen Temperaturen gültig. Vielleicht erklärten ſich hieraus manche Reſultate, welche durch Prüfung gewiſſer Säulen mit dem Condenſator gewährte.

Durch die bisherige Darſtellung glaubt Herr v. Jaeger mit überwiegender Wahrſcheinlichkeit dargethan zu haben, daß die Funktion des Zwiſchenkörpers zwiſchen je zwey Elektromotoren der trocknen Säule in folgenden beſtehe: Einmal vermittle er durch Atmoſphärenwirkung gleiche elektriſche Spannungen an den beyden ihm zugewandten Polen dieſer Elektromotore, und zweytens bewirke er dadurch, daß dieſe Elektricitäten continuirlich in ihn eindrängen, und in ihm ſich wechſelſeitig aufhöben, die freye unbeſchränkte und continuirliche Entwickelung der entgegengeſetzten Elektricitäten, an den von ihm abgewandten Polen eben dieſer beyden Elektromotore. Es ſcheine ihm aber überdies auch die Annahme eines die Zwiſchenkörper in einer Richtung durchdringenden Stromes von Elektricität, den Erſcheinungen geradezu zu widerſprechen. Wenn man auf den + Pol einer naſſen Zink-Kupferſäule, deren — Pol den Boden berühre, einen Condenſator lege, deſſen Platten durch eine trockene Papierſcheibe von einander getrennt ſeyn, ſo könnte, wenn man ſeine obere Platte ableitend berühre und dann iſolirt abhebe, nach jener Annahme, an ihr nur + E von der Spannung des

+ Pols der Säule erscheinen. Denn da das trockene Papier auch elektrisch wirksame Säulen gebe, so müsse es den Strom von + E, der sich hier vom Boden aus in einer Richtung gegen den + Pol der Säule hinbewegen solle, ebenfalls durch sich hindurchleiten, nur langsamer als das nasse. Allein jene abgehobene Condensatorplatte zeige — E von der Spannung des + Pols der Säule, multiplicirt in die Größe, welche das Condensations-Vermögen des Instruments ausdrücke. Daß eben diese Condensatorplatte, während sie mit der Säule verbunden sey, an ein anderes prüfendes Instrument + E von der Spannung des + Pols der Säule abgebe, rühre also blos davon her, daß sie selbst während diesem Abgeben — E binde und damit geladen werde.

Aus den Gründen selbst, mit welchen der Herr v. Jaeger den hier angeführten Satz zu erweisen suchte, ergiebt sich nach ihm, daß die angegebene Function des Zwischenkörpers für das allgemeine Princip aller elektrischen Säulenwirkung überhaupt zu halten, und daher auch auf die nassen Säulen auszudehnen sey. In Rücksicht dieser elektrischen Wirkungen finde bis jetzt auch kein anderer faktischer Unterschied zwischen nassen und trocknen Säulen statt, als der, welcher aus der verschiedenen Geschwindigkeit des Ladens entspringe. Dieser Unterschied sey aber so groß, daß wenn eine nasse Säule einer Leidner Flasche in einem nicht mehr zu messenden Momente ihre ganze Spannung mittheile, hierzu bey einer trocknen Säule von gleich vielen und gleich großen Elektromotoren, Stunden erfordert werden könnten, und daß, wenn die nasse Säule durch diese Mittheilung gar nichts zu verlieren scheine, die trockne dagegen ganz erschöpft werde, und sich nur sehr langsam wieder lade. Ob aber diese an das Unendliche grenzende Verschiedenheit blos von der verschiedenen Durchdringlichkeit der nassen und der trocknen Zwischenkörper herrühre? das scheine ihm, würden wir nicht eher zu entscheiden vermögen, als bis wir die Ursache

der Retardation der elektrischen Wirkungen in den Säulen, deren nasse Zwischenkörper durch ein Metall in zwey Schichten getheilt seyn, würden kennen gelernt haben. Denn wenn durch eine solche Unterbrechung der nassen Zwischenkörper auch im Allgemeinen eine Verlangsamerung des Eindringens der entgegengesetzten Elektricitäten in dieselbe begreiflich gemacht werden könnte, so sehe man doch nicht ein, wie die verschiedenen zu dieser Unterbrechung gebrauchten Metalle so verschieden wirken sollten, daß, wenn man die nassen Schichten durch Goldstücke in zwey Hälften theile, die nasse Säule zur trocknen werde, indeß eben so angewandte Zinkplatten gar keine Verlangsamerung der Elektricitätsentwickelung bewirkten. Vielmehr scheine dieses allerdings auf einen chemischen Prozeß hinzudeuten, welcher zwischen der Feuchtigkeit und den Metallen entstehend, auf die Geschwindigkeit der Entwickelung der Elektricitäten irgend einen bedeutenden Einfluß habe.

Nach Herrn Berzelius *) ist diese Theorie, nach welcher der Herr v. Jaeger die Wirksamkeit der trocknen Säule erklärt, die wahrscheinlichste. Dagegen hat sie aber einen großen und scharfsinnigen Gegner an dem Herrn Prof. C. H. Pfaff in Kiel gefunden, welcher in einem Briefe an Hrn. Prof. Gilbert dat. den 27. Dec. 1815. vorläufig die Bemerkung machte, daß man doch ja nicht zu früh über das Volta'sche Princip der Säule absprechen möchte; ihm sey es wenigstens bis jetzt noch das Wahrscheinlichste, daß alle Säulen — sie möchten um Trogapparate mit der kräftigsten Säure, oder sogenannte Condensatorensäulen, wie Hr. Leibmedicus v. Jaeger sie bauere, seyn — nach Einem Gesetze und durch einen und denselben innern Vorgang wirkten. Auch bildeten sie in der That eine ununterbrochene Reihe, in der man keine eigentliche Lücken nachweisen könne.

*) Lehrbuch der Chemie. B. I. aus dem Schwed. übers. Dresd. 1823. 8. S. 117.

Seine scharfsinnigen Arbeiten, welche er über diesen wichtigen Gegenstand geliefert hat, sollen weiter unten angeführt werden, da sie noch Bemerkungen gegen andere Theorien des Galvanismus enthalten, wovon zuerst das Wesentlichste beygebracht werden muß.

Der Herr Hofrath Parrot *) zu Dorpat hat seine (Th. VI. Art. Galvanismus. S. 493.) damalige entworfene Theorie der Volta'schen Säule nach der Zeit durch genauere und bestimmtere Versuche auch bestimmter darzustellen gesucht. Er huldigt ganz der Oxydationstheorie. Sein erstes und vorzüglichstes Bestreben war, durch so viel als möglich ganz genaue Versuche zu erforschen, ob Volta's Theorie auf richtigen Gründen sich stütze. Durch diese seine Versuche verleitet, läugnete er Volta's Grundphänomen der Elektricitätserregung durch Berührung blos zweyer ganz trockener Metalle. Nachdem die trocknen Säulen bekannt wurden, glaubten mit Recht sehr viele Physiker, daß diese Säule besonders dazu dienen könne, die Theorie des Galvanismus und vorzüglich der galvanischen Säule weiter aufzuklären, und einige streitige Punkte derselben zu schlichten. Für einen besondern offenbaren Irrthum dieser Theorie führt ganz richtig der Herr Professor Pfaff die Behauptung des Herrn Hofr. Parrot an, daß durch die bloße Berührung zweyer heterogener Metalle keine Elektricitätserregung erfolge. Herr Parrot hätte sich jeden Augenblick von seinem Irrthume durch den einfachsten Versuch mit einem Condensator, dessen eine Platte aus Zink, die andere aus Kupfer besteht, überzeugen können. Ueberdem bemerkt der Herr v. Bohnenberger, daß sich die trocknen Säulen vorzüglich dazu eigneten, die Fundamentalversuche zu Volta's Theorie der galvanischen Elektricität anschaulich und auf eine nicht zu bezweifelnde Weise vor Augen zu legen **). Was den ersten Volta'schen

*) Grundriß der theoretischen Physik. Th. III. Leipz. u. Riga 1811. 1815. 8. Th. II. S. 553 f.

**) Tübinger Blätter für Naturwissensch. u. Arzneyk. B. II. St. 1.

Fundamentalversuch betrifft, so wird dieser mittelst einer Zink- und einer Kupferplatte von 2 Zoll Durchmesser angestellt, welche sehr eben auf einander abgeschliffen und polirt sind, wenigstens $1\frac{1}{2}$ bis 2 Linien dick seyn müssen, damit sie ihre Figur nicht leicht ändern, und jede mit einem gut isolirenden Handgriff versehen ist. Faßt man diese Platten an ihren Handgriffen, und setzt sie auf einander, so zeigt nach ihrer Trennung die mit dem Elektrometer in Berührung gebrachte Zinkplatte eine positive, die Kupferplatte eine negative Elektricität, welche stark genug ist, um ohne Condensator zum Anschlagen zu bringen.

Der zweyte Versuch, welcher am meisten bezweifelt worden ist, wird mittelst eines Stücks Kupfer von beliebiger Figur und Größe, an welches ein Stück Zink gelöthet oder sonst so befestigt ist, daß es mit dem Kupfer in metallischer Berührung ist, z. B. mittelst eines gewöhnlichen zusammengelötheten Plattenpaars aus Kupfer und Zink, oder auch mittelst voriger Zink- und Kupferplatten angestellt. Aber hier muß der Condensator angewandt werden, dessen Platten Hr. v. Bohnenberger aus Kupfer oder Messing annahm. Bringt man die Kupferseite dieser Doppelplatte mit dem Condensator in Verbindung, indem man blos die Zinkplatte ableitend berührt, so zeigt nach aufgehobener Verbindung mit dem Condensator und dem abgehobenen Deckel das Instrument ein bis zum Anschlagen gehende negative Elektricität. Verfährt man auf eine ähnliche Weise mit der Zinkseite, so erhält man keine Elektricität; aber eine eben so starke positive Elektricität, wenn man die Zinkplatte den Condensator nicht unmittelbar, sondern mittelst eines feuchten Zwischenkörpers z. B. mittelst eines dazwischen gelegten Blättchens von nassem Papier berühren läßt. Der Versuch gelingt ebenfalls, wenn die Zinkplatte an derjenigen Stelle, welche mit dem Condensator in Berührung gebracht werden soll, mit einer dünnen Schicht von Bernsteinfirniß überzogen ist, der

Condensator wird dann aber erst nach einiger Zeit geladen, welches bey feuchten Körpern augenblicklich geschieht. Bestehen die Platten des Condensators aus Zink, so erhält man unmittelbar die positive Elektricität durch Berührung mit der Zinkseite; die negative Elektricität erhält man dagegen durch Berührung mit der Kupferseite alsdann nur in dem Fall, wenn die Berührung nicht metallisch, sondern mittelst eines feuchten Zwischenkörpers oder einer dazwischen befindlichen dünnen Harzschicht geschieht.

Einen noch weit wichtigern Punkt, als eben angeführter Irrthum des Herrn Parrot, setzt Herr Pfaff *) in die Zweifel und Bedenklichkeiten, welche Männer hervorgebracht haben, welche nicht allein Volta's Theorie genau kennten, sondern sie auch durch die trefflichsten elektroskopischen Versuche dargelegt hätten. Der wichtigste Gegner sey in dieser Hinsicht Herr Leibmed. v. Jaeger, und die trocknen Säulen selbst seyn ihm eine neue Stütze für seine von Volta abweichenden Ansichten. Er glaube durch die verschiedenen Abänderungen dieser Säulen unläugbar dargethan zu haben, daß hierbey keine Durchleitung der Elektricität im Volta'schen Sinne; sondern eine bloße Condensationswirkung statt finde, und die Spannungen durch bloße elektrische Atmosphärenwirkungen vergrößert würden. Allein diesen Principien könne er nach seinen bisherigen Versuchen auf keine Weise huldigen. Würde die Zunahme der Spannung dadurch bestimmt werden, so müßte sich eine Verschiedenheit in der Spannung zeigen, nach Verschiedenheit der Dicke der relativ isolirenden Zwischenlage, durch welche hierdurch die Atmosphärenwirkung und die damit gesetzte Condensation statt finde. Denn es brauche wohl nicht erst erwähnt zu werden, daß die entgegengesetzte Elektricität, welche eine positive oder eine negative

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LII. S. 109 ff.

Elektricität von bestimmter Spannung durch eine isolirende und eine Condensation erlaubende Schicht von Glas, Harz, Luft u. s. f. hierdurch hervorrufe und zugleich latent mache, dieser in ihrer eigenen Spannung, wenn man sich die latente Elektricität frey dächte, um so mehr nachstehe, je dicker die Schicht sey. Der ganz gewöhnliche Ladungsprozeß einer Leidner Flasche gebe den besten Beleg dazu. Daher könne auch schon die erste Annahme des Herrn v. Jaeger nicht buchstäblich zugegeben werden, daß durch bloße Atmosphärenwirkung die + E an der einen Grenzfläche der Harzschicht mit der einen Metallplatte eine ihm gleiche — E an der andern Grenzfläche dieses Zwischenkörpers mit der zweyten Metallplatte hervorrufen werde. Nur wenn die Schicht unendlich dünn sey, werde dort — E der + E vollkommen gleich seyn. Daß nun aber die Dicke der Zwischenschichten in der Spannung bey diesen trocknen Säulen nichts ändere, davon habe er sich durch directe Versuche überzeugt.

Uebrigens halte er zur Unterhaltung der elektrischen Spannung und zur Wiedererneuerung derselben bey den trocknen Säulen keine chemischen Prozesse für nothwendig, und, wenn sie Statt fänden, für Wirkungen, und nicht für Ursachen.

Zuletzt bemerkt Herr Pfaff noch, daß man gegen die vor mehreren Jahren von Herrn van Marum und ihm gemeinschaftlich angestellten Versuchen über Ladung von Flaschen durch Volta'sche Säulen eingewendet habe, es habe bey ihnen eigentlich keine wahre Ladung Statt gefunden, indem eine Elektricität von so schwacher Spannung durch das dicke Glas der Flaschen nicht hindurch wirken könne. Allein er habe diese Versuche mit trocknen Säulen wiederholt, und sich hierbey überzeugt, daß allerdings eine wahre Ladung Statt finde, und daß daher auch höchst schwache Elektricitäten durch dieses Glas hindurch wirken könnten.

Inzwischen hatte auch Herr Hofr. Parrot *) mit trocknen Säulen eine Reihe von Versuchen angestellt, aus welchen er folgende vier Sätze als Resultate derselben zu folgern sich berechtigt glaubte:

1. Die Erzeugung der Elektricität in der trocknen Säule sey durchaus von der durch die Säule eingesogenen Feuchtigkeit abhängig, durch sie bedingt.

2. Diese Elektricität werde durch die Feuchtigkeit der umgebenden Luft mehr oder weniger geschwächt, indem die leitende Eigenschaft der Luft die beyden E, welche sich in jeder Schichtung erzeugten, mehr oder weniger verbinde, und, so die Elektricität des isolirten Pols schwäche, und sogar vernichte.

3. Die Elektricität erzeuge sich in der Zamboniſchen Säule viel langsamer und in einer wenigstens 1648 mal kleinern Menge als in der Volta'schen Säule, die mit Salmiakwasser geladen sey.

4. Daß der elektrische Zustand der Zamboniſchen Säule, auch wenn diese in Glas eingeschlossen sey, bedeutenden Variationen unterworfen sey.

Diese vier Sätze widersprächen förmlich den Meinungen, die man von der Zamboniſchen Säule gefaßt hätte, am meisten der aufgestellten Behauptung, daß diese Säule eine trockne sey. Diese Behauptung, welche sich nur auf einen oberflächlichen Schein gründete und voraussetzte, daß man keine Versuche in dieser Hinsicht angestellt hätte, sey mit großer Willfährigkeit als ein Beweis für die Volta'sche Theorie, und also gegen die Oxydationstheorie aufgenommen worden. Dieser neue sogenannte Beweis falle nun weg; vielmehr sey der vorige Satz 1. eine neue wichtige Stütze der Oxydationstheorie. Denn, nach den Beweisen gegen die Volta'sche und für die Oxydationslehre, die er auf die bekannten und auf neue von ihm angestellte Versuche gründete, schien der Vollständigkeit dieser Beweise nichts

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LV. S. 220 u. f.

mehr zu mangeln, als eine Volta'sche Säule, von welcher alle Flüssigkeit entfernt werden könnte, und durch welche sich zeigen ließe, daß in Abwesenheit aller tropfbaren Flüssigkeiten keine elektrische Wirkung statt finde. Eine solche Säule sey die Zamboniſche.

Die Nothwendigkeit der Gegenwart einer Flüssigkeit zur Erzeugung der elektrischen Phänomene der Säulen zeige, daß die Ursache der hier erscheinenden E ein chemischer Prozeß sey. Die Sache umkehren zu wollen, sey gegen die Gesetze der Logik. Seine Versuche zeigten die Nothwendigkeit des Wassers zur Wirksamkeit der Zamboniſchen Säule eben so bestimmt und bündig, als die Nothwendigkeit des Drucks der Luft, um die Quecksilbersäule im Barometer zu erheben, und mit demselben Rechte könnte man also behaupten, daß das Quecksilber im Barometer die Ursache des Drucks der Atmosphäre sey.

Nun frage sich aber, wie wirke hier das Wasser? Da er in seiner Physik deutlich bewiesen habe, daß Säure oder Wasser und ein Metall in wechselseitiger Berührung beyde E lieferten, + E in der Flüssigkeit — E am Metall, so seyn nur zwey Hypotheſen möglich. Entweder werde das Wasser zersetzt durch Einwirkung des Metalls, oder das Metall oxydire sich am Sauerstoff der im Wasser enthaltenen atmosphärischen Luft. Die erste Hypotheſe sey aber unwahr, weil er bewiesen habe, daß namentlich Zink und Kupfer das Wasser bey mittlern Temperaturen nicht zersetzten, wohl aber durch die im Wasser befindliche atmosphärische Luft oxydirt würden. Folglich könnten wir nur die zweyte Hypotheſe als die einzige wahre annehmen. Möge es seyn, daß die einmal erregte E die Oxydation erhöhe, auch Wasser in der Säule zersetze. Es sey dies ein ganz gewöhnlicher Fall, der in chemischen Prozessen oft wiederholt werde, daß die Wirkung, wenn sie einmal da sey, wieder zur Ursache werde. So wirkten Eisen oder Zink auf sehr verdünnte Schwefelsäure nicht auf einan-

der; durch äußere Erwärmung entstehe diese Einwirkung, welche, wenn sie einmal statt finde, eine große Menge freyer Wärme erzeuge.

Außerdem hat Herr Parrot noch auf eine mühsame Art zu beweisen gesucht, daß auch die Zamboniſche Säule zu wirken aufhöre, wenn man von selbiger allen Sauerstoff entferne. Denn wenn es wahr sey, daß zur Wirkung der Zamboniſchen Säule Feuchtigkeit nothwendig sey, so könne auch keine bey Abwesenheit des Sauerstoffs erfolgen.

Zuletzt beklagt sich Herr Parrot *), daß der Herr Pfaff ihn tadelnd eines Irrthums in Ansehung Volta's Fundamentalphänomens beschuldigt habe, und bittet letztern nur die Versuche mit einem Paare auf einander ruhenden heterogenen Metallen so zu wiederholen, wie er sie beschrieben habe, nur müsse er nicht dabey vergessen, daß die Platten nicht bey jedem Versuche in der Volta'schen Säule auf und abgehoben werden dürften, um dadurch keine Gelegenheit zur Erzeugung der Reibungs-Elektricität zu geben.

Der Herr Prof. Pfaff β) hat dieser Aufforderung des Herrn Hofr. Parrot auf eine sehr gründliche und scharfsinnige Art ein Genüge geleistet. Durch nachfolgende Versuche hat er völlig erwiesen, daß Volta's Fundamentalversuch unerschütterlich fest stehe. Er gebrauchte hierzu Condensatoren, deren Platten theils von Zink, theils von Kupfer, theils von Messing, und sorgfältig an einander abgeschliffen waren, von der Größe von 3″ bis 8″. Sie waren mit gutem Mastixfirniß überzogen, und die Ueberzüge behutsam an einander wieder abgerieben, so daß auf jeder Platte nur eine dünne Schicht des Firnisses zurückblieb. Er fand diese Methode einfacher, als die Platten durch eine dünne Luftschicht zu trennen; wenigstens erforderte die letzte Art

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXI. S. 288 ff.

β) Ebendaselbst. B. LXVIII. S. 277 ff.

von Condenſatoren in der Ausführung ſtets einen ſehr geſchickten Mechanikus. Die Firnißſchichten der Platten rieb er gewöhnlich ſo weit ab, daß ihre Dicke vielleicht nicht den hundertſten Theil einer Linie betrug; ihre condenſirende Kraft auf die gewöhnliche Art geſchätzt war daher mehr als 200, ja bey einigen mehr als 300fach. Durch vorläufige Verſuche überzeugte er ſich, daß ſeine Condenſatoren keine elektroſkopiſche Wirkungen durch Reiben der einen Platte an der andern äußerten, und welche ſtatt finden könnte, wenn die eine der Platten von ihrem Ueberzug an Firniß theilweis oder ganz entblößt wären. Durch Reiben des Metalls an Firniß entſteht dann augenblicklich Elektricität, eine Elektricitätserregung, die ſich nicht zeigt, wenn beyde Platten ihren Firnißüberzug unverletzt beſitzen.

Schraubte er nun die eine Platte von Zink auf das Goldblattelektrometer, ſetzte eine andere Platte von Kupfer darauf, brachte beyde Platten durch einen beliebigen, gehörig gekrümmten Metalldraht, auch nur einen Augenblick in Verbindung mit einander, und hob dann, nach Entfernung des Metalldrahtes, die obere Kupferplatte an ihrem iſolirenden Handgriffe in die Höhe, ſo divergirten die Goldblättchen durch die Zink erregt gewordene poſitive Elektricität, deren Spannung der Vergleichung halber Herr Pfaff =, ſetzte. Die abgehobene Kupferplatte zeigte durch ein ſo viel möglich gleiches Goldplatt-Elektrometer geprüft, negative Elektricität von gleich großer Spannung. Wurde die Ordnung der beyden Platten umgekehrt, und alſo die Kupferplatte auf das erſtere Elektrometer aufgeſchraubt, ſo ging dieſes mit negativer Elektricität nach Aufhebung der Zinkplatte aus einander.

Die Art ſchon, wie dieſer Verſuch angeſtellt werde, der im Weſentlichen immer den gleichen Erfolg gebe, ſchließe allen Antheil der Reibung an der Elektricitäts-Erregung aus. Wäre hiebey die Reibung mit im Spiele, ſo müßte doch gewiß einen merkbaren Einfluß

auf die Erscheinungen die Beschaffenheit des Drahtes haben, mittelst dessen man die beyden Platten des Condensators mit einander in Verbindung setze, und in diesem Fall allein eine Reibung durch Aufsetzen und Abnehmen veranlassen könnte, und nicht minder die Größe der Oberfläche, mit welcher der Draht die Platten berühre, und die Art und der verschiedene Grad des Hin- und Herfahrens mit demselben, womit eigentlich erst eine Reibung einträte. Nun habe er aber gefunden, daß die Abänderungen in diesen Umständen auch nicht den geringsten Einfluß auf die Erscheinungen ausübten. Aus Volta's Spannungsgesetze für die Leiter oder Erreger der ersten Classe gehe bekanntlich der Hauptsatz hervor, daß in einer nach dem sogenannten Schema der Linie geordneten Reihe von solchen Leitern, die elektrische Spannung der beyden Endglieder der Reihe dieselbe bleibe, sie möchten sich unmittelbar berühren, oder welche Zahl von Mittelgliedern, und in welcher Ordnung diese sich auch zwischen ihnen befänden. Ganz diesem Gesetze gemäß verhalte sich nun auch der Erfolg in dem vorliegenden Falle, indem hier die beyden Endglieder der metallisch zusammenhängenden Reihe, die Condensator-Platten von Kupfer und Zink seyn, welche durch die isolirten Firnißschichten aus einander gehalten würden.

Es sey hiebey aber ein anderer Umstand, der eine Verbesserung nöthig mache. Sie betreffe die Verstärkung durch die Condensation, und eben damit die Sichtbarmachung der Spannung. Daß die Behauptung Volta's in Beziehung auf die Größe der Spannung in dem vorliegenden Falle eine wesentliche Berichtigung erheische, diese Einsicht gehe zunächst aus den scharfsinninnigen Untersuchungen hervor, welche wir Herrn Jaeger verdankten.

Volta stellte seinen Fundamentalversuch auf eine doppelte Art an. In dem einen Falle nämlich (in dem vorerwähnten Versuche) waren beyde Metallplatten iso-

lirt; in dem andern Falle ſtand das eine der beyden Metalle mit dem Erdboden in leitende Verbindung. Da nun der elektriſche Spannungsunterſchied, ſeiner Theorie zu Folge, zwiſchen je zwey Metallen ein conſtanter iſt, ſo folgte daraus, daß, wenn das eine Metall, wie in dem zweyten Falle, mit dem Erdboden in Verbindung, d. h. E o iſt, das andere Metall die doppelte Spannung zeigen müſſe, als wenn, wie im erſten Falle, beyde Metalle iſolirt ſind, und folglich die gleiche Elektricität von entgegengeſetzter Spannung in ihnen auftritt. Hieraus folgerte nun Volta, daß, wenn der Fundamentalverſuch auf die oben beſchriebene Weiſe angeſtellt werde, nur die Hälfte der Spannung zum Vorſchein komme, als wenn man die zinkene Collectorplatte des Condenſators mit dem in der Hand gehaltenen Kupfer berühre, während die obere Platte des Condenſators zum Behuf der Condenſation gleichfalls mit dem Erdboden in Verbindung geſetzt werde.

So müßte ſich, bemerkt Herr Pfaff ganz richtig, in der That auch die Sache verhalten, wenn in beyden Fällen die condenſirende Kraft die gleiche wäre. Denn ſetzten wir dieſe $= n$ und den Spannungsunterſchied zwiſchen Zink und Kupfer $= \alpha$, ſo würde in dem erſten Falle die Spannung des Zinks oder Kupfers, nach weggehobenem Deckel des Condenſators, $= \pm \frac{1}{2} \alpha n$, dagegen im zweyten Falle $= \pm \alpha n$ ſeyn. Allein es trete hier ein Umſtand ein, den Volta nicht beachtet habe, auf welchen der Herr v. Jaeger zuerſt aufmerkſam gemacht habe, und welcher für die Lehre des Condenſators und die Beurtheilung ſeiner Wirkungen von der größten Wichtigkeit ſey. Wenn nämlich die condenſirende Platte des Condenſators, ſtatt mit unerſchöpflichem o (was jederzeit der Fall iſt, wenn ſie mit dem Erdboden verbunden iſt) entgegen zu wirken, mit einer aus einem unerſchöpflichen Quell zugeführten entgegengeſetzten Elektricität entgegenwirke, welche eben ſo weit von o abſtehe als die Elektricität, die condenſirt

werden solle, so condensire der Condensator noch einmal so stark, und die von der Condensation abhängige Vermehrung der Spannung sey in dem zweyten Falle noch einmal so groß als in dem ersten, oder die Spannung verdoppele sich aus diesem Grunde.

Wendeten wir diesen Satz auf obige Versuche an, so sehe man deutlich, daß in der ersten Art des Volta'schen Fundamentalversuchs wirklich der zweyte Fall eintrete; denn in der condensirenden Platte trete der in der Collectorplatte zu condensirenden Elektricität die entgegengesetzte entgegen, die aus einem unerschöpflichen Quell, aus dem o nämlich der beyden Platten, zugleich mit ihrem Gegensatz frey werde, und als diesem immerfort gleich, von o eben so weit abstehe. So weit also die Spannung ihrer Intensität nach durch die galvanische Erregung in der Berührung beyder Metalle unter einander bestimmt werde, sey sie allerdings nur $\pm\frac{1}{2}\alpha$ (den Spannungsunterschied zwischen beyden Metallen $=\alpha$ gesetzt); da aber die condensirende Kraft des Condensators in diesem Falle $=2n$ sey, so sey das resultirende Product des ganzen Vorgangs $=2n.(\pm\frac{1}{2}\alpha)$, also $=\pm n\alpha$. Im zweyten Falle, wo die obere condensirende Platte mit dem Erdboden verbunden sey, also nicht durch den gleichen Gegensatz der in der untern Platte sich anhäufenden Elektricität condensire, sey die condensirende Kraft bloß n, die durch die galvanische Erregung gesetzte Spannung dagegen, sofern nämlich das eine Metall mit dem Erdboden verbunden sey, und also auf o sich befinde, $=\alpha$, mithin abermals das ganze Produkt $=\alpha n$.

Der berühmte Volta, der an diese Verschiedenheit der Wirkungsart desselben Condensators unter verschiedenen Umständen nicht gedacht, und daher seiner Theorie gemäß in den ersten Versuchen die halbe, und nur in dem zweyten Falle die volle Spannung erwartet habe, hätte leicht zu diesem Irrthume verleitet werden können, das Resultat der Versuche mit den Forderungen der

Theorie übereinstimmend zu finden. Denn da die Spannung bey dem von ihm angewandten Strohhalmelektrometer in der einfachen Combination bloß zweyer Metalle überall nur schwach sey, und nur geringe Divergenzen der Strohhälmchen veranlasse, auch die mit Firniß überzogene Condensatoren nur durch ein Mittel mehrerer Versuche ein constantes Resultat in Betreff der Größe der Spannung geben; so möchte wohl Volta sich dabey beruhiget haben, wenn in dem einen oder andern Falle die Spannung bey der ersten Art den Versuch anzustellen schwächer ausgefallen wäre, sey es nun, daß der Condensator schwächer gewirkt habe, weil die Platten nicht in der besten Lage für Condensation einander gegenüber gestanden, oder sey es, daß die Strohhälmchen in ihrer Bewegung etwas träger geworden seyn.

Herr Jaeger, welcher jenes Gesetz für die Condensation aufstelle, gebe weiter keinen Grund für dasselbe an, sondern scheine sich lediglich auf den Ausspruch der Erfahrung hiebey zu stützen. Indessen scheine ihm der hinlängliche Grund dazu in den anziehenden Kräften zu liegen, und in den Gesetzen, nach welchen solche Kräfte im Allgemeinen wirkten. Wenn der einen Platte des Condensators die entgegengesetzte Elektricität von derjenigen, die in der Collectorplatte condensirt werden solle, so zugeführt werde, daß sie von der gewöhnlichen Anziehung ihres Gegensatzes in dem c, aus welchem sie selbst hervorgehe, durch irgend einen Vorgang entbunden sey, so könne sie mit ihrer vollen ungetheilten Kraft auf die in der Collectorplatte zu condensirende Elektricität wirken und sie binden, und es werde dann die Beschränkung der bindenden Kraft lediglich von der Dicke der Firnißschichten abhängen. Dieses sey namentlich der Fall bey der ersten Art den Fundamentalversuch anzustellen, wo die galvanische Erregungskraft der Metalle selbst die Gegensätze entwickele, und aus einander halte. Werde dagegen erst durch den Zug der der Col-

lectorplatte zugeführten Elektricität die entgegengesetzte Elektricität in der obern Platte aus dem o des Erdbodens entbunden, so theile sich ihre Wirkung zwischen den beyden Portionen der ihr entgegengesetzten Elektricität, die nun im Spiele seyn, nämlich zwischen ihrem Gegensatz in der Collectorplatte, und ihrem Gegensatz im o des Erdbodens, dessen anziehende Wirkung durch keinen anderweitigen Prozeß aufgehoben worden sey, oder aufgehoben werde. Sie könne also dann auf die Elektricität der Collektorplatte, eben wegen dieser Theilung, nur mit ihrer halben Kraft wirken, und also auch nur die Hälfte der Bindung, wie in dem ersten Falle, hervorbringen, und halbmal so stark condensiren. Dadurch werde dann also von Seiten der schwachen Condensation die Gleichheit der Spannung in beyden Fällen nach aufgehobener Condensation, herbeygeführt.

Immer bleibe die erste Art den Fundamentalversuch anzustellen, und der Erfolg derselben, für die Theorie von der höchsten Wichtigkeit, da hierbey alle Mitwirkung von Feuchtigkeit, und aller davon abhangender chemischer Prozeß schlechterdings ausgeschlossen seye, und der Versuch gerade dann am besten gelinge, wenn er in warmer Luft, nach vorgängiger starker Austrocknung aller Theile durch Wärme angestellt werde.

Was die zweyte Art den Versuch anzustellen betreffe, wo das eine Metall mit dem Erdboden in Verbindung sey, so sey bekanntlich die einfachste Art ihn auszuführen die, daß man die Collectorplatte des Condensators aus dem einen Metall verfertige, und sie mit dem andern in der Hand gehaltenen Metalle (von welcher Form, Größe u. s. f. es auch sey) berühre. Daß auch hier die bloße Berührung der Metalle unter einander die Quelle der Elektricität sey, und nicht, wie Herr Parrot angebe, ein Auf- und Abheben und damit erfolgtes Reiben, ergebe sich schon daraus, daß der Erfolg ganz derselbe bleibe, man möge das Metall, dessen gal-

vanisches Verhältniß gegen das Metall des Collectors des Condensators man untersuchen wolle, mit diesem unter der größten Vorsicht und unter Vermeidung aller Reibung nur in einem Punkte, oder unter so starkem Reiben als man wolle, und mit einer so großen Oberfläche als es einem beliebe, in Berührung bringen. Um indessen auch der letzten Einwendung zu begegnen, müsse er bemerken, daß es eine Art den Versuch anzustellen gebe, bey welcher das Auf- und Abheben gänzlich vermieden werde, und die beyden ruhenden Platten im ruhenden Zustande blieben, und doch ganz derselbe Erfolg erhalten werde. Zu diesem Ende nehme man die beyden Platten, Zink und Kupfer, lose über einander gelegt, oder auf einander zur Doppelplatte gelöthet, und lege sie auf die obere Platte des Condensators mit der Vorsicht, daß, wenn diese Platte von Kupfer ist, entweder das Kupfer zunächst darauf liege, oder im entgegengesetzten Fall, der Zink wenigstens von ihr durch eine feuchte Pappe getrennt sey. Darauf berühre man die untere, auf das Elektrometer aufgeschraubte Platte des Condensators und zugleich das nach außen liegende Metall des Metallplattenpaars mit den Fingern so leise als man will, und hebe nun alle Berührung wieder auf. Entfernt man alsdann die obere Platte des Condensators, indem man sie bey ihrem isolirenden Handgriffe hält, von der untern, so gehen die Goldblättchen durch die nunmehr frey werdende Elektricität dieser untern Platte aus einander. Und bringt man sogleich die obere Platte mit einem gleichen Goldblattelektrometer in Berührung, so zeigt dies die entgegengesetzte Elektricität, und zwar in einem noch etwas stärkern Grade, weil begreiflich die Elektricität in derjenigen Platte immer etwas stärker ist, von deren freyer Elektricität der Ladungsprozeß des Condensators ausgeht.

Uebrigens bemerkt Herr Pfaff, daß er mehrere vom Herrn Parrot aufgestellte Versuche wiederholt habe, von ihm aber zum Theil gar nicht dieselben Resultate,

welche letzterer angebe, zum Theil auch von denselben abweichende seyn aufgefunden worden.

Hiernächst wendet sich Herr Pfaff auf die Beurtheilung des Princips der Verstärkung der Elektricität in der Volta'schen Säule. Er führt an, daß zwar in der letzten Zeit diejenigen Physiker, welchen in der Lehre des Galvanismus ein vorzüglicher Rang gebühre, darin mit einander und mit Volta einverstanden zu seyn schienen, daß die heterogenen Metalle durch ihre gegenseitige Berührung die eigentlichen Erreger des elektrischen Prozesses seyn, wie dies wenigstens von Davy, Jaeger und Berzelius gelte; allein die Theorien über die Verstärkung der Wirkung durch die Vervielfachung der Plattenpaare seyn doch sehr von einander abweichend, und es sey die ganze Lehre überhaupt noch in vieles Dunkel gehüllt. Unter den verschiedenen Bemühungen ein befriedigendes Erklärungsprincip für diese Vervielfachung aufzustellen, verdiene unstreitig Jaeger's Versuch eine vorzügliche Aufmerksamkeit, und es scheine, nach dem Beyfalle zu urtheilen, welchen demselben einige angesehene Physiker gegeben hätten, als wenn die Hauptschwierigkeiten durch ihn glücklich gehoben würden. Er wolle zwar nicht in eine umständliche und genaue Prüfung dieser Theorie eingehen; allein wegen der Wichtigkeit des Gegenstandes wolle er doch denkende Physiker darauf aufmerksam machen, wie viele Räthsel in dieser schwierigen Lehre noch zu lösen seyn, und einige Einwendungen gegen jene Theorie aufstellen, welche ihm nicht leicht zu heben schienen.

Er übergehe eine erste und fundamentale Annahme, auf welcher, als einer Hauptgrundlage, die ganze Theorie ruhe. Dieses sey die Annahme von Körpern, welche zwar die Elektricität in einer Richtung nicht durchließen, dennoch aber von zwey Seiten her für die beyden Elektricitäten so durchdringlich wären, daß sich beyde Elektricitäten in ihnen begegneten, und in ihrem Innern mit einander neutralisiren könnten. Man werde ihm zuge-

ben, daß dieser Begriff nur dann Gültigkeit habe, wenn die Theorie zweyer verschiedener elektrischer Materien, wovon jede für sich eigenthümliche Existenz besitze, über alle Einwendung hinaus gestellt sey, — welches indeß kein Physiker werde behaupten wollen.

Er wende sich daher gleich zu der Erklärung der Zunahme der Spannung in der Säule, durch Anwendung des Princips der Condensation. Wenn man die Kupferplatte (Fig. 6.) C eines Condensators Z'C auf Zink Z lege, der selbst auf der Hand ruhe, und nur die obere Zinkplatte Z' dieses Condensators mit Kupfer C' berühre, so erhalte man eine doppelt so große Spannung, als wenn man der untern Kupferplatte C keine Unterlage von Zink gebe, sondern sie blos auf die Hand lege. Diese Säule aus zwey Elektromotoren (ZC, Z'C') sey nach Jaeger die einfachste, welche verstärkte Elektricität zeigen könne, und in ihr solle das eine Princip der verstärkten oder Säulenelektricität ausgesprochen seyn. Hier dürfe aber einmal nicht außer Acht gelassen werden, daß diese Erscheinungen, sofern sie aus dem Principe der Condensation hergeleitet werden sollten, sich nur unter der Bedingung darstellen könnten, daß die Elektromotoren zugleich die Einrichtung von Condensatoren hätten, d. h. daß die Metalle mit parallelen ebenen Oberflächen, durch dünne Schichten von Nichtleitern oder Halbleitern von einander getrennt, einander gegenüber ständen. Eine solche Einrichtung hätten aber die galvanischen Apparate nicht, und brauchten sie auch nicht zu haben, ohne daß darum in den Gesetzen der Verstärkung der Elektricität das Geringste verändert würde. Was aber noch wichtiger sey, so beziehe sich die auf eine solche Weise construirte Verstärkung nicht auf die Spannung als solche, sondern auf die durch Condensation bereits verstärkte Spannung. Das heiße, die Spannung sey nicht an sich die doppelte, sondern sie werde es nur, sofern unter den angegebenen Umständen die Condensation noch einmal so stark sey. Weil näm-

lich in dem angegebenen Falle das Kupfer C durch die untere Zinkplatte mit negativer Elektricität geladen sey, die ebenfalls so stark sey, als die gleichfalls nur einfache positive Elektricität, welche in dem Zinke Z' durch die Berührung mit dem Kupfer C' erzeugt werde, so werde nun diese positive Elektricität wegen der doppelt so starken condensirenden Kraft der untern Kupferplatte als in dem Fall, wenn sie mit bloßem o condensirte (wie dies der Fall seyn würde, wenn sie nicht auf der Zinkplatte, sondern auf der bloßen Hand ruhete), auf das Doppelte gebracht, welche Verdoppelung aber nicht actualiter, sondern nur virtualiter vorhanden sey, d. h. nicht eher zum Vorschein komme, als wenn der Zink abgehoben werde. Setzten wir nämlich die einfache condensirende Kraft $= x$ (die nämlich, welche dann statt finde, wenn die untere Platte durch bloßes von der Erde zugeführtes o condensire), die Spannung aber, welche Kupfer und Zink gebe, $= y$, so sey allerdings das Produkt im Versuche selbst dasselbe, ob wir $2y$ (doppelte Spannung) mit x (der einfachen condensirenden Kraft), oder y mit $2x$ (die einfache Spannung mit der doppelten condensirenden Kraft) multiplicirten, indem $2y.x = 2x.y$ sey. Da nun aber Herr Jaeger die Spannung des gleichsam aus der Säule entfernten abgehobenen Zinks am Elektrometer untersuche, so müsse der von der verdoppelten Condensation abhängige Effekt zum Vorschein kommen, und da er in diesem Falle doch $2xy$ erhalte, so könne das 2 unmöglich dem y zugeschrieben werden, weil sonst die Wirkung $2y.2x$ seyn müßte. Jaeger sey daher durch seine Versuche nicht berechtigt, in dem Z', so lange es aufruhe und also ein Glied der Säule ausmache, die Spannung $2y$ anzunehmen, vielmehr sey darin nur die einfache Spannung y vorhanden, in Folge der Berührung mit dem Kupfer C', und in diesem könnten wir am wenigsten — $2y$ annehmen, sondern müßten demselben nur das o des Erdbodens zuschreiben, mit dem es

im Augenblicke, da es den Zink berührte, in Verbindung war.

Von dem Geſetze der Condenſation hänge es nun allerdings auch ab, daß in dem vom Herrn Jaeger angeführten und in fig. 7. nachgebildeten Verſuche, wo gleichſam zwey Condenſatoren mit einander gleichfalls ſcheinbar zu zwey Plattenpaaren combinirt ſeyn, aber nur die beyden in der Mitte befindlichen Platten von Zink Z und Kupfer C′ ſich metalliſch berührten, die an einem iſolirten Handgriffe abgehobene Zinkplatte Z′ nur die halbe poſitive Spannung, wie im Fundamentalverſuche zeige, denn da in dieſem Falle die Zinkplatte Z′ und die Kupferplatte C′, beyde als iſolirt zu betrachten ſeyn, ſo könnten ſie keine höhere Spannung als $\frac{1}{2}$ annehmen, um dem Spannungsunterſchiede 1 ein Genüge zu leiſten; und dann das $+\frac{1}{2}y$ in Z und das $-\frac{1}{2}y$ in C′ nur durch o in C, und Z′ condenſirt würden, ſo könne die Verſtärkung in Folge der Condenſation nur die einfache, folglich in C′ nur $-\frac{1}{2}yx$ ſeyn. Und dieſes könne ſogar in dem Z′ nicht ein volles $+\frac{1}{2}yx$ hervorrufen, weil in Z′ die Elektricität völlig gebunden ſey, das $-\frac{1}{2}yx$ des C′ aber, weil es aus einiger Entfernung wirke, ein ihm gleiches poſitives Quantum nicht vollkommen latent machen könne. Indeſſen werde dieſer kleine Unterſchied in dem Verſuche ſelbſt nicht wohl zum Vorſchein kommen, da in jedem Falle die Condenſation den Hauptantheil an dem Offenbarwerden der Spannung habe, und bey ſo kleinen Spannungen, wie z. B. $x = 300$ ſey, die Beobachtung wohl ſchwerlich den Unterſchied zwiſchen $\frac{1}{2}y.300$ auffaſſen werde.

Den Grund davon, daß in dem zweyten Falle die Elektricität des Z′ nur die halbe Spannung wie in dem Fundamentalverſuche habe, ſuche nun Herr Jaeger darin, daß ſich die in den beyden heterogenen Metallen Z und C′ erregten Elektricitäten durch wechſelſeitige Anziehung einander beſchränkten, und ſich ſo weit bänden, daß ſie nicht mit ihrer ganzen Intenſität auf die anlie-

gende Harzschichte wirken könnten. Es sey nun zwar allerdings keinem Zweifel unterworfen, daß auch in diesen Versuchen die Elektricitäten mit ihren natürlichen und ihnen wesentlich zukommenden Kräften wirken würden, vermöge welcher sich + und — anzögen und wechselseitig bänden; aber eben darin liege ja das Eigenthümliche der galvanischen Elektricitätserregung, daß durch irgend eine Kraft, welche sie auch sey, diese anziehenden und relativ bindenden Kräfte des + und — auf einander gleichsam aufgehoben seyn, und nun nur nach außen wirkten, aber freylich nur bis zu einem gewissen Grade, der durch den elektrischen Spannungsunterschied gemessen werde. Dem Wesen nach sey in diesem zweyten Versuche, wo + E und — E neben einander aufträten, und jedes nur $\frac{1}{2}$y betrage, nicht mehr Bindung und Beschränkung, als wenn einseitig ± E mit der Spannung y erscheine. Würden die Elektricitäten sich wirklich binden, so könnte es überall nicht zu einer Verstärkung durch Condensation kommen; denn da + $\frac{1}{2}$y und — $\frac{1}{2}$y in Berührung mit einander, und einander vollkommen gleich seyn, so bleibe überall nichts vom freyen + E oder — E übrig, letzteres um durch den Firniß hindurch auf Z' zu wirken, während jenes von der untern Kupferplatte aus beschäftigt würde.

Freylich nehme Herr Jaeger Etwas von der Art im Turmaline, und selbst auch in der vollkommen isolirten Säule an, nämlich daß sich die beyden Pole wirklich vollkommen bänden, und daß der eine Pol nur in dem Verhältnisse durch freye Spannung nach außen wirke, in welchem der andere zugleich nach außen beschäftigt und gleichsam sollicitirt werde. Allein Herr Pfaff bemerkt, daß seine eigenen Versuche mit dieser Behauptung nicht zusammen stimmten. Er habe Volta'sche Säulen mit der größten Vorsicht, die vollkommenste Isolirung zu Stande zu bringen, aufgebaut, und die Platten beym Aufbauen selbst nur mit vielfach zusammen gewickeltem und noch mit Firniß überzogenem

Taffet angefaßt, und habe doch bey Säulen von 120 und mehr Plattenpaaren, eine sehr bestimmte Spannung, positiv an dem einen und negativ an dem andern Pole, bey Anwendung von sehr kleinen Elektrometern erhalten, ohne daß an dem andern Pole zugleich ein Elektrometer angebracht, oder seine Isolirung sonst im geringsten verändert war; eine Spannung, die merklich die Hälfte derjenigen betrug, die der eine Pol zeigt, wenn der andere durch Verbindung mit dem Erdboden auf o heruntergebracht wird.

Gehe nun aber aus dem Bisherigen, was er zu beweisen gesucht habe, hervor, daß nämlich durch die Anwendung des Princips der Condensation eine Zunahme der elektrischen Spannung in der Combination fig. 6. sich nicht erklären lasse, sofern von einer solchen Zunahme, auch wenn die Platten ruhig auf einander liegen blieben, die Rede sey, und fänden wir doch, wie es in der That der Fall sey, daß in der Säule eine solche Zunahme statt finde, so würden wir berechtigt seyn, aus demselben Grunde die weitern Folgerungen in dem Jäger'schen Aufsatze anzufechten.

Herr Rector Egen*) hat sich bemüht, diesen wichtigen Gegenstand noch mehr aufzuhellen. Der vom Herrn v. Jaeger aufgestellte Satz: "Wenn die con„densirende Platte eines Condensators mit einer solchen „unerschöpflichen Elektricitätsquelle in Verbindung steht, „daß diese Platte wegen des elektrischen Gleichgewichts „α ($\mp$ E) an freyer Elektricität haben muß; so con„densirt der Condensator zweymal so stark, als wenn „die condensirende Platte gar keinen Zufluß ungebunde„ner Elektricität erhält, vorausgesetzt, daß in beyden „Fällen die Collectorplatte die constante Größe α ($\pm$ E) „freyer Elektricität zugeführt erhalte": habe seine volle Richtigkeit, wenn man unter der condensirten Elektricität den elektrischen Inhalt dieser beyden Platten verstehe,

*) Gilbert's Annalen. B. LXIX. S. 386 ff.

er sey aber nicht ganz richtig, wenn man damit, nach dem gewöhnlichen Sprachgebrauche, nur den Inhalt der Collectorplatte bezeichne. Herr Prof. Pfaff habe diesen Satz nur als wahrscheinlich begründet; er wolle aber versuchen, ihn lediglich aus den Grundgesetzen der elektrischen Erscheinungen, so weit sie bey dem Condensator anwendbar seyn, zu beweisen.

Es stehe die Collectorplatte mit einer solchen Elektricitätsquelle in Verbindung, daß sie wegen des elektrischen Gleichgewichts die constante Größe α ($\pm$ E) freyer Elektricität haben müsse. Diese freye Elektricität errege und binde in der condensirenden Platte $m\alpha$ ($\mp$ E); wobey m einen Bruch andeute, welcher von der Dicke der isolirenden Schicht zwischen den beyden Platten abhange, und mit ihr im umgekehrten Verhältnisse stehe.

Da das $m\alpha$ ($\mp$ E) der condensirenden Platte wiederum $m^2\alpha$ ($\pm$ E) der freyen Elektricität der Collectorplatte binde, so sey in dieser, statt α ($\pm$ E), nur noch $(\alpha - m^2\alpha)$ ($\pm$ E) freyer Elektricität, und sie erhalte neuen Zufluß aus ihrer Quelle. Hierdurch könne nun wiederum neues ($\mp$ E) der condensirenden Platte erregt, und durch dasselbe wiederum freyes ($\pm$ E) der Collectorplatte gebunden werden. So gehe dieses Spiel so lange fort, bis die Collectorplatte A ($\pm$ E), die condensirende Platte aber mA ($\mp$ E) habe, und $(A - m^2A)$ ($\pm$ E) $= \alpha$ ($\pm$ E) sey. Und nunmehr seyn die Elektricitäten im Gleichgewichte, doch sey von ihnen nur $(A - m^2A)$ ($\pm$ E) ganz frey, der übrige Theil aber durch gegenseitige Anziehung gebunden.

Die Gleichung $(A - m^2A)$ ($\pm$ E) $= \alpha$ ($\pm$ E) giebt $A = \frac{\alpha}{1 - m^2}$. Es ist also die Elektricität der Collectorplatte $= \left(\frac{\alpha}{1 - m^2}\right)$ ($\pm$ E), und die Elektricität der condensirenden Platte $= \frac{m\alpha}{1 - m^2}$ ($\mp$ E).

Es erhalte nun auch die condenſirende Platte eine conſtante Menge von Elektricität α ($\mp$ E). Dieſe werde zwar mit dem α ($\pm$ E) der Condenſatorplatte in verwickelte Beziehung treten, man dürfe ſich aber, zur Vereinfachung der Rechnung, beyde Elektricitäten als einzeln wirkend vorſtellen. Dann werde, lediglich wegen des conſtanten α ($\mp$ E) freyer Elektricität der Condenſatorplatte, dieſe endlich $\frac{\alpha}{1-m^2}$ ($\mp$ E), und die Collectorplatte $\frac{m\alpha}{1-m^2}$ ($\pm$ E) erhalten, welches aus der vorigen Berechnung hervorgehe. Und alsdann habe an Elektricität die Collectorplatte $= \frac{\alpha(1+m)}{1-m^2}$ ($\pm$ E), die condenſirende Platte $\frac{\alpha(1+m)}{1-m^2}$ ($\mp$ E), und beyde Platten haben zuſammengenommen $\frac{2\alpha(1+m)}{1-m^2}$, theils (+ E), theils (— E).

Trete alſo dem conſtant freyen α ($\pm$ E) der Collectorplatte ein freyes o ($\mp$ E) der condenſirenden Platte entgegen, ſo ſey der elektriſche Inhalt der Collectorplatte $= \frac{\alpha}{1-m^2}$ ($\pm$ E), beyder Platten $\frac{\alpha(1+m)}{1-m^2}$ (+ und — E); trete aber der beſagten freyen Elektricität der Collectorplatte ein conſtant freyes α ($\mp$ E) in der condenſirenden Platte entgegen, ſo ſey der elektriſche Inhalt der erſten Platte $\frac{\alpha(1+m)}{1-m^2}$ ($\pm$ E), und beyder Platten $\frac{2\alpha(m+1)}{1-m^2}$ (+ und — E). Die condenſirende Kraft des Condenſators ſey alſo im erſtern Falle in Beziehung auf den elektriſchen Inhalt beyder Platten nur halb ſo ſtark, als im zweyten; in Beziehung aber auf den elektriſchen Inhalt der Collectorplatte ſey

sie im ersten Falle etwas mehr als halb so stark, als im zweyten, weil $m < 1$, und also $\frac{\alpha}{1 - \frac{1}{m^2}} > \frac{\alpha . \frac{1}{2}(1+m)}{1 - m^2}$ sey. Bey schwacher Condensation müsse sich der Unterschied zwischen der einfachen, und der Hälfte der beyden doppelten Condensirung, an einem guten Elektrometer, z. B. an der Coulomb'schen Drehwaage, nachweisen lassen.

Uebrigens ist Herr Egen mit dem Herrn Prof. Pfaff der Meynung, daß sich die Verstärkung der Elektricität in der galvanischen Säule weder aus diesem Satze, noch einem andern der Condensationstheorie genügend erklären lasse. Die beyden angeführten Jaeger'schen Versuche ließen sich allerdings nach den Condensationsgesetzen erklären, wie dies von Hrn. Pfaff genügend geschehen wäre; aber diese Erklärung lasse sich nicht auf die Volta'sche Säule übertragen.

Herr Egen glaubt, daß man zur Erklärung der Verstärkung der Elektricität in der Volta'schen Säule mit dem von Volta aufgestellten Grundgesetze der elektromotorischen Wirkung vollkommen ausreiche, wenn man es mit den übrigen Gesetzen der elektrischen Erscheinungen verbinde, und wahrscheinlich dürften die von einigen Physikern als additionelle Gesetze aufgestellten Hypothesen künftig den Wirbeln beygezählt werden, aus welchen Des-Cartes die magnetischen Erscheinungen begreiflich zu machen suchte. Berührten sich zwey verschiedene isolirte Metalle, welche ähnlich-gleiche Körper A und B bildeten, so werde dadurch Elektricität frey, und zwar in dem einen $\alpha (\pm E)$, in dem andern $\alpha (\mp) E$. Dieser Satz sey durch Versuche so vielfältig erprobt worden, daß er wohl als fester Grundsatz angenommen werden dürfe. Zu fragen, wie die Elektricität durch metallische Berührung frey werden könne, möchte bey dem jetzigen Zustande unserer Kenntnisse vorlaut seyn; doch dürfte die Erregung der Elektricität

durch Berührung wenigſtens nicht unbegreiflicher erſcheinen, als ihre Erregung durchs Reiben.

So lange die metalliſche Berührung A und B fortdaure, daure auch ungeſchwächt die Urſache fort, welche die freye Elektricität erregte; und dieſelbe Urſache, welche ſtark genug geweſen, die beyden Elektricitäten zu trennen, werde ſie auch getrennt erhalten können. Die Annahme, daß die metalliſche Berührungsfläche iſolire, erſcheine hieraus als unnütz; ſie ſey aber auch unſtatthaft. Denn man theile dem einen der beyden verbundenen Metalle freye ± b (± E) mit, ſo vertheile ſich dieſe unter A und B, wie wenn in ihnen keine elektromotoriſche Wirkung ſtatt fände, d. h. es enthalte nach dieſer Mittheilung $A = (\alpha + b)$ (± E), und $B = (\alpha - b)$ (∓ E) freyer Elektricität, ſo daß alſo der Unterſchied des elektriſchen Inhalts beyder Metalle ein conſtanter ſey, nämlich $= 2\alpha$ (∓ E). Der letztere Satz ſey, ſo viel er wiſſe, nur in dem Falle durch directe Verſuche erwieſen, wenn $\alpha = b$ ſey, wenn alſo A oder B mit der Erde in leitender Verbindung ſtehe. Herr Biot führe an, er habe Coulomb behaupten hören, daß er dieſes Geſetz wahr befunden habe, und es habe ihm genau geſchienen. Indirecte Verſuche an der Volta'ſchen Säule, wo es jedoch durch die elektromotoriſchen Wirkungen der naſſen Zwiſchenlagen, durch die nicht ganz vollkommene Leitungsfähigkeit der Säule, und durch den Verluſt freyer Elektricität beträchtlich modificirt erſcheinen könne, ſprächen für die Wahrſcheinlichkeit der allgemeinen Gültigkeit deſſelben.

Es möchten daher die beyden Geſetze einſtweilen hier als vollkommen wahr gelten, und wir wollten annehmen, die Säule ſey ein vollkommener Leiter, und die elektromotoriſche Wirkung der Zwiſchenlagen, ſo wie der Verluſt an freyer Elektricität ſey = o. Nun ſtehe A mit der Erde in leitender Verbindung, ſo daß dann alſo B = 2 α (∓ E) beſitze. Auf B lege man einen Leiter E, der keiner elektromotoriſchen Wirkung mit

B fähig sey, und auf ihn ein mit A, B übereinstimmendes Plattenpaar A′, B′. Von A′, B′ habe vor der Berührung mit l, $A' = \alpha(\pm E)$ und $B' = \alpha(\mp E)$; nach der Berührung mit l aber habe, wegen des Gesetzes der elektrischen Vertheilung, A′ dieselbe freye Elektricität als B, mithin $2\alpha(\mp E)$, und also wegen der constanten Differenz, $B' = 4\alpha(\mp E)$. Jetzt seyn die Elektricitäten der Säule im Gleichgewichte, und ohne äußere Einwirkung blieben sie in Ruhe, ungeachtet der vollkommenen Leitungsfähigkeit der ganzen Säule. Denn entweder dieses Gleichgewicht müsse bestehen, oder die beyden angeführten Gesetze müßten ungültig seyn. Werde auf B′ der vollkommene und nicht elektromotorische Leiter l′ gelegt, und auf diesen das dritte Plattenpaar A″, B″; so werde aus denselben Gründen $A'' = 4\alpha(\mp E)$ und, $B'' = 6\alpha(\mp E)$ haben, und alle freye Elektricität der Säule sey wiederum im Gleichgewichte. Auf diese Art lasse sich augenscheinlich das Gleichgewicht der aus Erfahrung bekannten Ladung der Volta'schen Säule, ganz allein aus den obigen beyden Gesetzen erklären. Diese Gesetze ließen sich auf die isolirte Säule eben so ungezwungen anwenden.

Das zweyte der beyden angeführten Gesetze gehe aus dem ersten unmittelbar hervor. Denn seyn die Elektricitäten von A und B im Gleichgewichte, und es komme $2b(\pm E)$ hinzu, so sey, nach statischen Gesetzen das Gleichgewicht nicht aufgehoben, wenn dieses $2b(\pm E)$ sich so in A und B vertheile, daß es mit sich selbst im Gleichgewichte sey. Es vertheile sich also in A und B auf dieselbe Weise, als sey in beyden noch gar keine Elektricität frey. So gehe aus mehreren Versuchen von Coulomb und Biot, und aus dem von Poisson aufgestellten elektrostatischen Gesetze hervor, daß, wenn einem Leiter, der schon freye Elektricität enthalte, andere freye Elektricitäten mitgetheilet würden, diese sich auf ihm eben so vertheilten, als wenn er im natürlichen Zustande gewesen wäre, welches der vorigen Vertheilungs-Weise analog sey.

Die metallische Berührung müsse auf die gebundene Elektricität als eine repulsive und attractive Kraft wirken, weil durch sie in den berührenden Metallen freye Elektricitäten in ein Gleichgewicht treten, das ohne diese Berührung aufgehoben sey. Die Wirkungsweise dieser Kraft sey noch nicht genau bekannt. Nach dem elektrostatischen Gesetze Poisson's seyn die Elektricitäten mehrerer isolirter und elektrisirter Leiter, die sich nahe kommen, im Gleichgewichte, wenn die Mittelkraft der attractiven und repulsiven Wirkungen aller freyen Elektricitätstheilchen jedes beliebigen Punktes in dem Körper dieser Leiter, = o sey. Aus diesem Gesetz gehe, wie man bey aufmerksamer Betrachtung finden werde, ein anderes hervor, nämlich: daß, wenn die freyen Elektricitäten dieser Körper im Gleichgewichte sind, die Richtung der Mittelkraft der attractiven und repulsiven Wirkungen aller freyen Elektricitätstheilchen auf jedes freye Elektricitätstheilchen, auf der Oberfläche der Körper jener Leiter senkrecht stehe. Es müsse ein elektrisches Gleichgewicht nach dem ersten Gesetze statt finden, wenn in einem isolirten und elektrisirten Leiter nicht stets aufs neue Elektricität frey werden solle. Fände dies Gleichgewicht nicht statt, so würde zwar fortwährend Elektricität entbunden, aber gerade so viel (± E) als (∓) E, und die Quantität freyer Elektricität in dem Leiter würde also demnach keine Aenderung leiden. Es müsse nach dem zweyten Gesetze ein elektrisches Gleichgewicht statt finden, wenn nicht die Theilchen der freyen Elektricität auf der Oberfläche des Leiters stets ihre Stelle verändern sollten. Könnte erwiesen werden, daß für alle oder für einige Körper, die als isolirte Leiter freye Elektricität hätten, stets ein elektrisches Gleichgewicht nach dem ersten Gesetze möglich sey; ferner, daß für alle oder für einige Körper nur eine Vertheilungsart der freyen Elektricität dem elektrischen Gleichgewichte nach dem zweyten Gesetze genüge: so könnte man für viele Körper, mit Vortheil in Beziehung auf eine bequemere Rechnung, das zweyte Gesetz

dem erstern substituiren, und nach jenem die Vertheilung der freyen Elektricität berechnen. Vermöchten nun genaue Versuche die Vertheilung der frey gewordenen Elektricität in zwey sich berührenden Metallkörpern zu bestimmen, so dürfte man die attractive und repulsive Kraft der Berührungsfläche bey Anwendung der beyden angeführten Gesetze durch Induction berechnen können.

Herr Biot ziehe aus dem Umstande, daß Volta'sche Säulen, welche mit der Erde in leitender Verbindung stehen, beträchtlich stärkere Wirkungen hervorbrächten als Säulen, welche isolirt wären, die Vermuthung, daß in jeder solcher Säulen eine beträchtliche Menge verborgener freyer Elektricität enthalten sey. Er nehme an, die Erscheinungen an der Volta'schen Säule seyen denen an der elektrischen Säule gleich; er halte daher die Berührungsflächen der Metallplatten für isolirend, und meine, die freye Elektricität condensire die gebundene zu beyden Seiten dieser Flächen. Er stütze seine Vermuthung auf die Vergleichung der Wirkungen einer isolirten und einer nicht isolirten Säule, und weise dabey auf das Verhältniß ihrer Erregung von Erschütterungen und ihrer chemischen Wirksamkeit hin. Dieses Verhältniß kann aber nach Herrn Egen nicht näher angegeben werden, und es sey daher gewagt, auf einen bloßen Ueberschlag eine Meinung zu gründen, die übrigens sehr viel wider sich habe. Folgende Gründe stritten dagegen, daß die elektromotorischen Berührungsflächen isolirende, nach der gewöhnlichen Wortbedeutung, seyen:

1. Ein Condensator condensire nicht, wenn seinen beyden Platten freyes ($\pm E$) zugeführt werde. Nun aber hielten die Volta'schen Plattenpaare bey der isolirenden Säule, das mittlere ausgenommen, gleichartige Elektricität; es könne also in ihnen keine Condensation statt finden.

2. Eine isolirende Fläche halte nur dann die Elektricität nicht mehr auf, wenn sie durchbrochen werde,

Die metallische Berührungsfläche sollte aber nur die erregte Elektricität isoliren; die Hälfte einer neu hinzugekommenen Elektricität sollte sie nicht isoliren, ohne jedoch von ihr durchbrochen zu werden; eben so sollte sie für den Durchgang der ganzen Ladung der Säule nicht isolirend seyn. Diese Widersprüche möchten schwerlich beseitiget werden können.

3. Nehme man auch die metallische Berührungsfläche nicht als unendlich dünn an, so sey sie doch wenigstens weniger dick als der dünnste harzige Ueberzug, den man nur Metallplatten geben könne. Condensirte also ein Volta'sches Plattenpaar, so würde das Elektrometer einen höhern Grad von Elektricität anzeigen müssen, wenn ein einfaches Plattenpaar mit ihm in Verbindung gebracht, und dann die obere Platte abgenommen würde, als wenn dieses Plattenpaar zu einem wirklichen Condensator zugerichtet werde, wie dies Herr Prof. Pfaff in seinem oben angegebenen Versuche gethan. Versuche lehrten aber das Gegentheil.

Werde eine galvanische Kette geschlossen, so ströme vom positiven Pole zum negativen die positive, und in entgegengesetzter Richtung die negative Elektricität, und es gebe keinen Punkt des Schließungsleiters, in welchem nicht entweder ein positiver oder negativer Strom vorhanden sey. Nun seyn sich (+ E) und (— E), hinsichtlich ihrer attractiven und repulsiven Wirkungen, gerade entgegengesetzt; die beyden besagten, sich entgegengesetzten elektrischen Ströme müßten also gleiche attractive und repulsive Wirkungen hervorbringen.

Der Herr Prof. Schmidt in Gießen wurde durch die oben angeführten Bemerkungen des Herrn Prof. Pfaff veranlaßt, die Volta'schen Fundamentalversuche ebenfalls zu wiederholen *). Er hatte sich ein sehr empfindliches Goldblattelektrometer zugerichtet, dessen 3″ im Durchmesser haltende kupferne Deckplatte, die Basis eines

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXX. S. 252.

Condensators bildete. Der Deckel des Condensators bestand aus einer eben so großen, mit einem isolirenden Handgriff versehenen Zinkplatte. Beyde Platten waren vollkommen aufeinander abgeschliffen, und dann jede auf der Fläche, mit welcher sie sich beym Aufeinandersetzen berührten, mit einer dünnen Lage Sandarakfirniß überzogen worden. Wenn er den Deckel behutsam auf die Basis setzte, beyde mit dem Finger leitend berührte, und dann den Deckel isolirt aufhob, so zeigten weder der Deckel noch die Basis eine Spur von Elektricität. Verband er aber Deckel und Basis leitend durch einen isolirten Silberdraht, Zinkdraht oder Kupferdraht, so zeigten, gleich nachdem der Deckel isolirt aufgehoben worden war, der Deckel + E, die Basis — E, gewöhnlich von 3° bis 5° bey der einfachen Berührung. Wiederholte metallische Berührungen steigerten diese Spannung regelmäßig auf 15° bis 20°, und zwar entweder in der Basis, oder in dem Deckel, je nachdem man zwischen je zwey solchen Berührungen den Deckel oder die Basis ableitend mit dem Boden verband, daß auch diese erhöhete Wirkung nicht elektrophorisch war, zeigte sich, wenn man die metallischen Berührungen hinwegließ, und die wiederholten Berührungen mit den Fingerspitzen machte. Diese Versuche hat Herr **Schmidt** mehrere Male wiederholt und zwar mit dem vollständigsten Erfolge, und sich dadurch hinreichend überzeugt, daß die bloße Berührung heterogener Metalle, ohne die Dazwischenkunft einer andern Ursache, die Elektricität errege.

Nicht so fest begründet scheint Herrn **Schmidt** der andere Satz **Volta's**, daß nämlich in seiner Säule der feuchte Körper blos die Rolle des Leiters spiele. Er isolirte eine Zinkplatte auf einer Glassäule, legte auf sie eine in Salmiakauflösung getränkte Scheibe, und setzte die Zinkplatte durch einen isolirten Zinkdraht mit dem Condensatordeckel in Verbindung. Der aufgehobene Deckel zeigte jedesmal + E bey einem Versuche,

20°. Der Erfolg blieb, wenn er den Zinkdraht mit einem Silberdraht vertauschte. Eine isolirte Kupferscheibe auf ähnliche Art behandelt, und durch einen isolirten Kupferdraht mit der Basis des Condensators in Verbindung gesetzt, zeigte nach aufgehobenem Deckel — E, wiewohl schwächer als die Zinkplatte + E. Auch diese Versuche hat Herr Schmidt mehrere Male mit gleichem Erfolge wiederholt. Daher kann er bisjetzt die Meinung nicht aufgeben, daß die Flüssigkeit in der Volta'schen Säule, besonders wenn in ihr eine starke chemische Wirkung hervorgeht, die Elektricitätserregung in den Plattenpaaren sehr erhöhe und verstärke.

Da überhaupt mehrere Physiker der Meinung waren, und es noch sind, daß die Flüssigkeit in der Volta'schen Säule nicht allein als Leiter der in den heterogenen Metallen erregten Elektricität vorhanden sey, sondern auch wesentlich auf eine freylich noch unbekannte Art zur Erhöhung der Wirkung in selbiger beytrage; ja da selbst einige, wie die Herren Parrot und von Bohnenberger, mittelst sorgfältig angestellter Versuche als höchst wahrscheinlich hielten, daß auch die Wirksamkeit der sogenannten trocknen Säulen von einem Antheile von Feuchtigkeit wesentlich abhange: so konnte es nicht fehlen, daß die Meinungen in Ansehung der Theorie des Galvanismus noch getheilt blieben. Um wo möglich die noch vorhandenen Abweichungen der einen oder der andern Theorie aus dem Wege zu räumen, entschloß sich der Herr v. Jaeger *) noch eine Reihe von Versuchen mit trockenen elektrischen Säulen zu dieser Absicht anzustellen, ob es wirklich gegründet sey, daß in diesen Säulen die von den heterogenen Metallen erregte Elektricität mittelst eines kleinen Antheils Feuchtigkeit, welcher den Zwischenleitern anhänge, durch diese Zwischenleiter hindurch geleitet werde.

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXII. S. 227 ff.

Der Herr v. Jaeger bemerkt, ob es gleich mit großen Schwierigkeiten verbunden sey, eine Papiersäule von vollkommen ausgetrocknetem Papiere zu erhalten, so schienen ihm doch die Mittel, welche er gebraucht habe, um seinen Papiersäulen den höchsten Grad von möglichster Trockenheit zu geben, wenigstens eben so wirksam gewesen zu seyn, als die von andern bey ihren Versuchen angewendeten. Er legte nämlich auf den Boden einer stark geheißten Ofenröhre einen Bogen trockenes Papier, und breitete die zur Errichtung der Säule bestimmten, seit 4 Jahren in einem trockenen Schranke aufbewahrten, Scheiben von Metallpapier auf diesem Bogen aus. Wenn er nach einigen Stunden, während welcher der Ofen fortgeheizt wurde, durch einige bräunliche Färbung die anfangende Verkohlung zu erkennen gab, brachte er die heißen Scheiben schnell auf eine gute Waage, und bemerkte ihr Gewicht, als das Maximum, welches sie bey den Versuchen haben durften. Aus denselben errichtete er mittelst Seidenschnüren und zweyer metallener Endplättchen, welche ebenfalls erst erhitzt und gewogen wurden, eine Säule, welche dann wieder mehrere Stunden lang in die heiße Ofenröhre gelegt wurde, bis das Gewicht ihrer Scheiben dem obigen Maximum gleich, oder noch um einige Grade unter dasselbe herunter gekommen war. Nun befestigte er die eine der Endplatten der Säule, welche dazu eingerichtet war, auf dem Blechboden eines mit feiner Linnen-Gaze umzogenen, mit der Säule gleich hohen Drahtgitters, welches überall etwa $\frac{1}{2}$ Zoll weit von der Peripherie der Säule abstand, und stellte dieses Gitter sammt der Säule in die Mitte einer wasserdichten weitern Blechkapsel. Der ganze Zwischenraum zwischen der innern Wand der letztern und dem Gazeüberzuge des Drahtgitters wurde nun mit gröblich gestoßenem, frischgeglühetem und noch heißem salzsaurem Kalke angefüllt. Alles war vorher stark erhitzt und die ganze Operation auf dem sehr heißen Stubenofen vor-

genommen. Hierauf wurde die Kapsel mit ihrem gut anschließenden Deckel, der nach oben convex war, und durch dessen Mitte eine ihm eingekittete gut isolirende Glasröhre lothrecht hindurchging, bedeckt. In dieser Glasröhre stieg in die Kapsel ein Messingdraht frey herab, der blos von einem mit Siegellack eingekitteten und damit überzogenen Korkscheibchen fest gehalten wurde, und durch einen an seinem untern Ende befestigten Spiraldraht beym Schließen des Deckels gerade auf die Mitte der obern Endplatte der Säule drückte, um zu diesem Ende als Conduktor zu dienen. Die Fuge des Deckels mit der Kapsel wurde mit Wollenfäden, die in Bernsteinfirniß getränkt waren, umwickelt, und dann mit demselben Firniß mehrmals überstrichen. In der Kapsel befand sich ein nicht mit salzsaurem Kalk angefüllter Raum, welchen zwey Blechstreifen bildeten, die von dem obern Rande der Kapsel lothrecht auf ihren Boden hinabliefen, und sich an zwey ähnliche Streifen anschlossen, die sich in dem Drahtgitter befanden. Dieser Raum war zur Aufnahme eines Fischbeinhygrometers und eines kleinen Thermometers bestimmt, deren Skalen in ein oben auf den Deckel befindliches Kästchen von Blech hineinreichten, und durch eine an der vordern Seite des letztern eingekittete Scheibe von Glas beobachtet werden konnten. Der in der Breite dieses Raumes befindliche Theil des Drahtgitters war nicht mit Gaze überzogen.

Als dieser Apparat mit dem Ofen sich in einigen Stunden bis auf etwa 12° R. abgekühlt hatte, zeigte das Hygrometer, welches beym Hineinbringen auf 40° Feuchtigkeit gestanden hatte, den Punkt der höchsten Trockenheit, und bey diesem blieb es jedesmal stehen, selbst bey einem über 6 Wochen lang fortgesetzten Versuche. Nur bey sehr hohen Temperaturen stieg es um etwa $\frac{1}{2}$° über den Punkt der höchsten Trockenheit gegen den der Feuchtigkeit hinauf, und bey sehr niedrigen kam es etwa um 1° unter den erstern herunter,

welches ohne Zweifel eine thermometrische Wirkung war.

Verband er nun bey einer Temperatur unter 20° R. den Conductor der Säule mit einem Elektroscope, so konnte er nie eine Spur von Elektricität wahrnehmen. Wenn er aber die Kapsel in die geheizte Ofenröhre brachte, und das in dem Kästchen des Deckels befindliche Thermometer auf 35° bis 40° R. stieg, so setzte nun der Conductor das Bohnenberg'sche Elektrometer mit der dem obern Säulenpole entsprechenden Elektricität in Bewegung. Dauerte die Erwärmung steigend länger fort, so machte dieser Conductor auch die Goldblättchen des Bennet'schen Elektrometers divergiren, und bey 40 bis 45° zeigte er an Volta's Strohhalmelektrometer schon mehr als die halbe Spannung, welche der Säule nach der Anzahl ihrer Metallplatten zukam. Stieg aber die Wärme auf 55 bis 60° R. an dem innern Thermometer, und hielt sie so lange an, daß man vermuthen konnte, die ganze eingeschlossene Säule sey gleichförmig erhitzt, so erreichte das Elektrometer nicht nur allmählig die der Größe der Säule entsprechende Spannung, sondern übertraf sie noch beständig um einen beträchtlichen aliquoten Theil, so daß eine Säule von 1000 Scheiben, welche in ihrem nicht getrockneten Zustande nie mehr als 10° E zeigte, bey diesem Hitzgrade vollständig 12° E gab.

Wurde der Conductor der erhitzten Säule durch vorübergehende Berührung entladen, so stellte sich, wenn die Erhitzung dieselbe blieb, seine Elektricität wiederum her, jedoch weit langsamer, als unter ähnlichen Umständen die Elektricität einer nicht getrockneten und nicht erhitzten Säule. Eben so konnte man mit dem Conductor einer erhitzten Säule einen gewöhnlichen, mit Harz gefirnißten Condensator laden, aber nur bey weitem langsamer, als mit einer nicht getrockneten und nicht erhitzten Säule.

Uebrigens stand die Intensität der elektrischen Spannung bey der erhitzten getrockneten Säule, wie bey der gewöhnlichen, im geraden Verhältnisse mit der Anzahl der Elektromotoren: das Quantum der gleichzeitig entwickelten Elektricität aber mit der Fläche der Metallschichten, also mit dem Quadrate des Durchmessers der Säule. Indessen schien die Geschwindigkeit der Elektricitäts-Entwickelung bey Säulen von gleichen Durchmessern auch noch von der Dicken-Dimension der zwischen den Metallbelegen befindlichen Papierschichten abhängig zu seyn.

Diese Versuche hatte Herr v. Jaeger mehr als einmal mit gleichem Erfolge angestellt, wobey sich die Eigenschaft der auf diese Art getrockneten Säulen, durch Erhitzung elektrisch zu werden, mehrere Monate lang erhielt, während welcher Zeit sehr häufige Versuche in den verschiedensten Temperaturen mit ihnen angestellt wurden.

Noch kürzer kann man sich von der Wahrheit des Gesagten überzeugen, wenn man eine gewöhnliche Säule aus zusammengeleimtem Gold- und Silberpapier einige Tage, oder wenigstens mehrere Stunden lang, in die stark geheitzte Ofenröhre legt, sie sodann schnell abwiegt, und sie in die Ofenröhre zurückbringt. Läßt man sie mit dieser bis etwa auf 20° R. abkühlen, so wird sie an keinem Elektroskope die geringste Spur von Elektricität zeigen, ungeachtet während der Abkühlung ihr Gewicht durch einige eingesogene Feuchtigkeit sich vergrößert haben wird. Wird nun die Röhre von neuem geheitzt, und die Säule darin so lange liegen gelassen, bis sie auf ihr erstes Gewicht zurückgekommen ist, mit dem einen Pole auf dem Boden der geheitzten Röhre gestellt, und den andern freyen Pol leitend mit dem Conductor eines Elektrometers verbunden; so wird nun jedesmal die Säule, sobald sie durchaus eine Temperatur von 50 bis 60° R. angenommen hat, eine etwas

höhere Spannung zeigen, als in ihrem nicht getrockneten und nicht erhitzten Zustande.

Daß eine an ihrer Oberfläche getrocknete und in trockner Luft befindliche Papiersäule eine größere elektrische Spannung zeigt, als unter den gewöhnlichen Umständen, ließe sich nach Herrn v. Jaeger vielleicht aus dem geringern Leitungsvermögen der trocknen Seidenschnüre, welche ihre Pole verbinden, und aus der verminderten Zerstreuung der Elektricität in der trocknen Luft, erklären. Allein damit sey nichts für die Beantwortung der Frage gewonnen, wie bey einer getrockneten Säule, welche in niedrigern Temperaturen keine elektrische Spannung mehr zeige, die Wiederkehr derselben in höhern Temperaturen möglich werde? Wäre es ein, auch in dem Papier der möglichst gut getrockneten Säule noch vorhandener Rückstand von Wasser, was die Durchleitung der Elektricität bis zum freyen Säulenpol bewirke, so müßte man annehmen, ein Minimum von Wasser besitze bey einer Temperatur von weniger als etwa 30° R. dieses Durchleitungsvermögen nicht, erhalte es aber, wenn es bis zu 50° R. und mehr erhitzt werde, und behalte es, selbst wenn seine Masse durch Verdünstung bey diesem Temperaturgrade noch bedeutend abnehme. Diese Annahme enthalte schon für sich etwas, wenigstens bisjetzt unbegreifliches, und sie werde widerlegt durch den Umstand, daß die so getrocknete und erhitzte Säule einer der vollkommensten Isolatoren sey. Verbinde man, während ihr einer Pol den Boden berühre, den andern freyen Pol leitend mit dem Conductor eines Elektrometers, so könne man das letztere durch geriebenes Glas oder Siegellack auf jeden beliebigen Grad laden, ohne daß sich diese mitgetheilte Elektricität durch die Säule hindurch in den Boden ergieße (nur daß, wenn die mitgetheilte Elektricität die entgegengesetzte von der an dem freyen Pole der noch stark erhitzten Säule entwickelten sey, sich beyde natürlich allmählig zerstörten). Ja Herr v. Jaeger konnte selbst,

wenn er die in die Blechkapsel erhitzte eingeschlossene Säule auf eine heiße Glasplatte setzte, den Säulenconductor und die Kapsel mit entgegengesetzten Elektricitäten laden, ohne daß sich diese durch die Säule hindurch mit einander vermischten. Hänge man diese heiße Säule mittelst einer trocknen Seidenschnur an dem einen Pol auf, und theile diesem E mit, so erscheine am andern Pol sehr langsam die homologe E von derselben Spannung; nehme man die letztere durch Berührung hinweg, so erscheine am zweyten Pol die entgegengesetzte E, welche vorher durch Condensation dort latent gewesen wäre. Eben so könne man eine geladene Leidner Flasche nur theilweise und nie mit einer Explosion durch eine heiße getrocknete Säule hindurch entladen. Als er den einen Pol einer solchen Säule von 1000 Schichten, mit der äußern Belegung einer stark geladenen Batterie von wenigstens vier Quadratfuß innerer Belegung verband, und nun einen mit dem andern Säulenpol verbundenen isolirten Leiter dem Conductor der Batterie näherte, sprangen blos einige knisternde Funken über; der größte Theil der Ladung war in der Batterie zurückgeblieben, die beyden Säulenpole aber fanden sich mit entgegengesetzten Elektricitäten geladen.

Es verhalten sich daher die beyden Pole der getrockneten heißen Säule offenbar wie die beyden Belege einer Glastafel zu einander. Da übrigens nach dem Herrn v. Jaeger jeder Scheibe einer solchen trocknen Säule auf beyden Metallflächen entgegengesetzte Elektricitäten mitgetheilt werden können, und eine Hindurchleitung der elektrischen Flüssigkeit nach einer Richtung bey einer solchen heißen trockenen Säule nicht statt finde, so folgert er nochmals hieraus, daß eine solche Säule ein System von Condensatoren sey, einer Reihe auf einander geschichteter Franklinscher Tafeln vollkommen ähnlich, in Rücksicht auf die E, welche einem ihrer Pole von Außen mitgetheilt werde.

Herr v. Jaeger frägt nun aber, worin beſtehe hiebey die Wirkung der Wärme, und warum erfolge bey der möglichſt getrockneten und nicht erhitzten Säule nicht eben daſſelbe?

Um der Beantwortung dieſer Frage näher zu kommen, ſtellte er folgende Verſuche an: in die Mitte der einen Endplatte einer möglichſt getrockneten und noch heißen Säule wurden die an einem Schraubenſtifte hängenden Strohhälmchen eines Volta'ſchen Elektrometers angeſchraubt; hierauf wurde die Säule mit ihrer andern Endplatte an dem obern Theil eines Drahtgeſtelles feſt angehangen, ſo daß die Enden der Strohhälmchen ſenkrecht über dem o Punkt eines zu ihnen gehörigen und auf dem Boden des Geſtelles befeſtigten Gradbogens ſchwebten. Das Ganze wurde dann unter eine mit Queckſilber geſperrte Glasglocke gebracht, in deren Raum in verſchiedenen Höhen mehrere Gefäße mit heißem ſalzſaurem Kali vertheilt waren. Mittelſt eines kleinen Hebels aus Metalldraht konnte der untere freye Säulenpol leicht vorübergehend mit dem Boden verbunden und dadurch entladet werden. Es war ihm nicht gelungen, bey dieſer Vorrichtung das in der Glocke befindliche Hygrometer ganz auf den Punkt der größten Trockenheit zu bringen, doch näherte es ſich dieſem bis auf etwa 8 Grad.

Wenn das Ganze bis auf 10 bis 12° R. abgekühlt und der untere Säulenpol entladen worden war, ſo verfloſſen in dieſer Temperatur mehrere Stunden, ehe einige Divergenz an den Strohhälmchen bemerklich wurde; allmählich vermehrte ſie ſich, und nach einigen Tagen kam ſie derjenigen, welche der Säule in ihrem gewöhnlichen nicht getrockneten Zuſtande zukam, ziemlich nahe, doch ohne ſie jemals ganz zu erreichen. In höhern Temperaturen gieng die Ladung bedeutend ſchneller vor ſich, und bey ſtarker Erwärmung der auf dem Ofen geſtellten Glocke zeigten ſich ganz dieſelben Erſcheinungen, wie in den obigen Verſuchen mit der erhitzten Säule.

Hieraus glaubte Herr v. Jaeger schließen zu dürfen, daß die möglichst getrocknete Säule allerdings auch in niedrigen Temperaturen Elektricität entwickele, aber nur so äußerst langsam, daß sie bey den gewöhnlichen Versuchen, sie mit einem Elektroskope zuzuführen, unbemerklich werde, weil die Ursachen ihrer Zerstreuung hierbey unverhältnißmäßig groß gegen die Zuleitung seyn. Auf was immer für eine Art man nämlich den freyen Pol einer Säule mit dem Strohhälmchen, oder mit dem Goldblättchen eines Elektroskops verbinden möge, nie könne man es vermeiden, ihn zugleich durch den Conduktor des Instruments mit dem Boden zu verbinden. Kork, Glas und Siegellack isolirten diesen Conduktor nicht absolut, und wo die Säulenelektricität nur unendlich langsam in ihn einströme, werde sie durch jene Stoffe hinreichend in den Boden abgeleitet, um alle bemerkbare Anhäufung in dem prüfenden Instrumente unmöglich zu machen. Aus diesem Grunde wählte er die beschriebene Vorrichtung, in welcher der Conduktor des Elektroskops blos und allein mit dem Säulenpol selbst in Berührung stand. Eben daher konnte auch in den Versuchen mit der in einer Blechkapsel eingeschlossenen Säule, die Elektricität, welche sich in niedrigen Temperaturen äußerst langsam entwickelt, nie bemerklich werden; denn auch hier war der Conductor des freyen Säulenpols blos durch Kork, Siegellack und Glas von dem Deckel der Kapsel getrennt.

Nach Herrn Jaeger kommt also der Wärme nur die Eigenschaft zu, die Geschwindigkeit, womit sich die Säule ladet, zu vergrößern, und diesen Einfluß zeige sie auch bey jeder gewöhnlichen, nicht geflissentlich getrockneten Papiersäule. Bringe man eine solche aus einem warmen Zimmer in einen kalten und trockenen Luftraum, so theile sie ihre Elektricität auffallend langsamer einem Elektrometer mit, und bey einer Kälte, welche sich dem Gefrierpunkte nähere, sey die Retardation der Ladungsgeschwindigkeit schon so groß, daß man aus den

obigen Gründen nie die der Größe der Säule entsprechende Spannung erhalte.

Diese Beschleunigung der Ladung könne aber bey der möglichst getrockneten und erhitzten Säule, bey welcher, dem früher gesagten zu Folge, von einfacher Durchleitung der Elektricität nach einer Richtung nicht die Rede sey, nur auf einem Vermögen der Wärme beruhen, kraft dessen sie die wechselseitige Zerstörung der entgegengesetzten Elektricitäten in den Zwischenleitern zwischen den Elektromotoren befördern und erleichtern müsse. Denn nur hiervon hänge bey einer solchen Säule die Geschwindigkeit des an dem Pol erscheinenden Stroms ab. Vielleicht finde man es unwahrscheinlich, daß durch Erhitzung das Eindringen der entgegengesetzten Elektricitäten in das Papier und ihre wechselseitige Neutralisation in demselben befördert werden solle, da doch erhitztes Papier eben so gut isolire, wie blos getrocknetes, und daher eben so gut wie dieses als trennende Schichten zwischen den geladenen Platten eines Condensators gebraucht werden könne. Allein warum sollte ein unpolarischer Leiter, wie das Papier, nicht das Vermögen besitzen, an seinen beyden Flächen endliche Quanta von entgegengesetzten Elektricitäten für eine beträchtliche Zeit auseinander zu halten, und dennoch zugleich geeignet seyn, sobald diese Elektricitäten, wie es in der Säule der Fall sey, jenen Flächen in einem unendlichen nie versiegenden Strom zugeführt werden, eine beständige successive Neutralisation beyder an ihrer Gränze zu gestatten.

Auf welche Art nun eigentlich die Wärme das Ineinandergreifen der entgegengesetzten Elektricitäten in dem Papier begünstige, darüber sey kaum eine Vermuthung zu erlauben. Geschehe es etwa blos durch Auflockerung der Textur des Papiers, oder durch verminderte Adhäsion der elektrischen Flüssigkeiten an dasselbe, oder werde vielleicht die Expansion der letztern absolut durch Wärme vermehrt? Die letzte Annahme erkläre vielleicht selbst zum Theil die größere Spannung,

welche eine ſtark erhitzte trockene Säule, in Vergleichung mit einer nicht künſtlich getrockneten und nicht erhitzten Säule, zeige. Sie ſcheine ihm einige Beſtätigung zu erhalten durch Verſuche, welche er mit der gewöhnlichen nicht getrockneten Papierſäule unter der Glocke einer guten Luftpumpe angeſtellt habe. Er glaubte nämlich hier an dem in dem leeren Raum mit dem freyen Säulenpol verbundenen Elektrometer, immer eine bemerklich größere Divergenz, als in freyer Luft erhalten zu haben, ohne eine andere Urſache, als vermehrte Expanſion der Elektricität durch aufgehobenen Druck erweißlich machen zu können.

Ließen nun die elektriſchen Wirkungen der möglichſt getrockneten Säule keine andere Erklärung zu, als die im bisherigen entwickelte, ſo könne die Analogie zwiſchen derſelben und zwiſchen der naſſen Säule weiter nichts beweiſen, als daß in der letztern derſelbe Hergang nach ähnlichen Geſetzen ſtatt finden müſſe. Die Theorie der Hindurchleitung nach einer Richtung habe auch durchaus keine innere Nothwendigkeit, ſondern es ſey vielmehr unläugbar, daß alle Erſcheinungen der naſſen Volta'ſchen Säule eben ſo erklärbar ſeyn, wenn man die naſſen Zwiſchenkörper als bipolariſche Leiter anſehe, in welche von den Elektromotoren aus entgegengeſetzte Elektricitäten einſtrömten, und ſich (nur mit unendlich größerer Geſchwindigkeit, als in der trockenen Säule) wechſelſeitig zernichteten.

Ob übrigens dieſe kaum meßbare Verſchiedenheit der Geſchwindigkeit, mit welcher dieſer Prozeß in der naſſen und in der trocknen Säule vor ſich gehe, blos durch das größere bipolariſche Leitungsvermögen der naſſen Zwiſchenkörper, in Vergleichung mit dem der trockenen Papiere, erkläret werden könne, daran möchte man zu zweifeln noch immer Urſache haben. Ihm ſey es wahrſcheinlicher, daß die chemiſche Einwirkung der Flüſſigkeit auf die Metalle ſchon für ſich von Elektricitäts-Entwickelung begleitet werde, und das Eingreifen

dieſer Elektricität in die durch bloße elektromotoriſche Wirkung entſtandene, ſehr großen Antheil an den auszeichnenden Eigenthümlichkeiten der naſſen Säule habe. Zamboni's neuere Entdeckung einer elektriſch-wirkſamen Säule aus einem einzelnen Metall und Waſſer, beſtätigten einer Seits ſeine frühern Verſuche über die elektro-chemiſche Gegenwirkung zwiſchen Waſſer und einzelnen Metallen, und auf der andern Seite laſſe jede Theorie, welche die Verſchiedenheit in der Geſchwindigkeit der Ladung der naſſen und der trocknen Säule blos auf verſchieden großes Leitungsvermögen der naſſen und der trockenen Zwiſchenkörper reduciren wolle, eine Frage unbeantwortet, welche, obgleich ſie ſchon lange Zeit unbeachtet geblieben ſey, doch wichtig genug zu ſeyn ſcheine, um ſie hier noch einmal wiederholen zu müſſen: Wie komme es, daß eine Volta'ſche Zink-Kupferſäule, deren naſſe Zwiſchenkörper aus zwey Blättern (Papier, Tuch ꝛc.) beſtänden, zwiſchen welche ein am Rande trockenes Goldſtück (oder auch eine Scheibe aus Silber und ſelbſt aus Kupfer) eingeſchoben ſey, dadurch ihre Ladungs-Geſchwindigkeit ſo verliere, daß ſie nun durchaus wie eine trockene Säule wirke? und daß ſie dagegen die volle Wirkſamkeit einer naſſen Säule beybehalte, wenn man ſtatt der Goldſtücke zwiſchen die beyden Blätter der naſſen Zwiſchenkörper eben ſolche am Rande trockene Zinkſcheiben einſchiebe?

Daß die Vorſtellung des Herrn v. Jaeger, die galvaniſche Säule ſey ein Syſtem von Condenſatoren, ſehr großen Schwierigkeiten ausgeſetzt ſey, haben die Herrn Pfaff und Egen nach dem oben Angeführten gezeiget.

Nach Herrn Zamboni *) iſt ſeine trockene Säule aus zwey zwey-elementigen Säulen zuſammengeſetzt, die eine aus Zinn und Feuchtigkeit, die andere aus Feuch-

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LX. S. 175 f.

tigkeit und Kupfer beſtehend, welche beyde vereint, mit der Volta'ſchen Zink-Kupferſäule zuſammenfallen. Warum nun ſeine Säule gleich nach der Zuſammenſetzung derſelben keine elektriſche Spannung zeige, und wovon das langſame Steigen ihrer Spannung zu immer höhern Graden von Stunde zu Stunde, bis zum Maximum ihrer Heroie, welches gegen $\frac{1}{2}$ Zoll Divergenz des Bennet'ſchen Elektrometers betrage, abhange, glaubt Zamboni aus zwey Urſachen herzuleiten. (M. ſ. Th. VIII. S. 287.)

Die erſte Urſache ſey das ſehr geringe Vermögen höchſt reinen deſtillirten Waſſers, theils durch elektromotoriſche Kraft die Elektricität des Metalls an ſich zu ziehen, theils dieſe Elektricität durch ſein Leitungsvermögen von einem Paar zum andern fortzupflanzen. Aus den Verſuchen Volta's ſey bekannt, daß die elektromotoriſche Kraft des Waſſers mit dem Zink nicht $\frac{1}{10}$ von der, mit welcher Zink und Kupfer auf einander wirken, ausmache. Und das Leitungsvermögen des Waſſers ſey ſo unvollkommen, daß an einer Volta'ſchen Säule, deren Pappenſcheiben mit deſtillirtem Waſſer getränkt ſeyn, die chemiſchen und phyſiologiſchen Wirkungen kaum ſichtbar würden. Nun aber habe die ganze elektriſche Spannung ſeines erſten Apparats einer zwey-elementigen Säule, keinen andern Grund, als die beyden erwähnten Vermögen des Waſſers, das elektromotoriſche nämlich und das leitende. Es ſey alſo kein Wunder, daß ein elektriſcher Strom, der von einer ſo geringen Kraft bewegt und ſo langſam von Paar zu Paar fortgeleitet werde, einige Minuten Zeit brauche, um ſich in dem Grade zu ſammlen, daß ſeine Spannung am Elektrometer ſichtbar werde.

Die zweyte Urſache, und zwar die, welche es vorzüglich erkläre, warum nicht gleich nach der Zuſammenſetzung des Apparats die elektriſche Spannung erſcheine, ſey, daß die Metallblättchen, wenn man ſie in das Waſſer bringe, einige Zeit nöthig hätten, um ſich in allen

Punkten gleichsam mit Wasser zu umkleiden, und dasselbe so genau mit sich in Berührung zu bringen, daß es die Elektricität des Metalls an sich zu saugen vermöge. Werde aber beym Zusammensetzen des Apparats so verfahren, daß man zuerst blos die Vierecke in das Wasser lege, die Schwänze der Metallblättchen aber alle isolirt in der Luft lasse und erst einige Minuten später in die angegebene Verbindung mit dem Wasser in die Gläser bringe, so zeige sich die elektrische Spannung sehr bald, und dies gewiß unter keiner andern Ursache, als weil während jener Zeit das Wasser sich an die Oberflächen der Metallblättchen so genau hätte anlegen können, als zur Wirkung nöthig sey. In dem Silberpapier habe das Metallblättchen immer die natürliche Feuchtigkeit des Papiers bey sich; sie hänge an demselben fest, und daher bedürfe die zwey-elementige Säule, welche aus dem Metallblättchen und der Feuchtigkeit des Papiers entstehe, keine Zeit, um die Elektricität zu entwickeln, und zeige, sobald sie zusammengesetzt sey, ihre elektrische Spannung. Aber auch in ihr könne sich die Spannung nur langsam anhäufen, wie in dem ersten Apparat, weil das reine Wasser ein sehr schlechter Leiter der Elektricität sey.

Durch allmähliges Zugießen einiger Tropfen Salmiakauflösung zum reinen Wasser in den Gläsern, wurde das Leitungsvermögen des Wassers von Stufe zu Stufe stärker, aber auch die Geschwindigkeit der elektrischen Spannung vermehrte sich dadurch augenscheinlich, bis sie zuletzt ganz und gar ausbleibt. Hieraus ergebe sich, daß die zwey-elementige Säule nicht blos Ungleichheit der Berührung des feuchten Körpers mit den Metallflächen zur Bedingung habe, sondern auch noch verlange, daß der feuchte Körper ein unvollkommener Leiter sey. In diesen beyden Bedingungen liege das ganze Natur-Geheimniß, wie in den zwey-elementigen Säulen die elektrische Spannung entwickelt werde.

Herr Zamboni erkläret dies auf folgende Art, wobey er einen Grundsatz zu Hülfe nimmt, der bereits von

Volta durch Versuche dargethan worden sey. Derselbe ist dieser: Wenn sich die elektrische Flüssigkeit einen Weg durch einen unvollkommenen Leiter bahnen muß, durch den sie also nicht auf dem kürzesten Wege, welchen sie in einem vollkommenen Leiter nehmen würde, fortschreiten kann, so ist sie gezwungen, sich auszudehnen und wo sie Platz findet sich zu verbreiten, und zwar in so viele Zweige und Fäden, als nöthig sind, um im Ganzen den geringsten Widerstand zu leisten. — In jedem Glase seines Apparats ziehe nun aber das reine Wasser sowohl die Elektricität aus dem darin liegenden viereckigen Metallblättchen, als auch aus dem Schwanze des nächstfolgenden Metallblättchens, das darin eingetaucht sey, und es strebten daher in dem Wasser jedes dieser Gläser zwey elektrische Ströme nach entgegengesetzter Richtung zu entstehen. Beyde müßten sich in dem Wasser ausbreiten und in eine große Menge Fäden vertheilen, die außer dem geraden auch seitwärts Wege einschlügen. Berührte das Wasser dieselbe Anzahl von metallischen Punkten in beyden Metallen, so würden diese Ströme aus derselben Anzahl von elektrischen Fäden zusammengesetzt seyn, und diese sich einander auf dem Wege begegnen und den Durchgang wechselseitig versperren, wobey keine elektrische Spannung statt finden könnte. Nun berühre in seinem Apparat das Wasser offenbar die Vierecke der Metallblättchen in weit mehr Punkten als den Schwanz derselben: es werde daher auch die Anzahl der elektrischen Fäden, welche den von viereckigen Metallblättchen herkommenden Strom zusammensetzten, viel größer als der andere seyn, und ein Theil dieser Fäden schon hinreichen, dem ganzen vom Schwanz des Blättchens herkommenden Strom den Weg zu versperren. Indem so diesem Strome durchaus alle Fortbewegung benommen werde, sey der Schwanz des Blättchens und das ihn umgebende Wasser in Hinsicht auf ihre Wirkung nicht zwey elektromotorische Körper, sondern sie blieben einfache Leiter; alle elektrischen Fäden, welche in dem Strom, der vom Viereck des Metallblätt-

chens ausgehen noch übrig blieben, gelangten an die Spitze des demselben gegenüberstehenden Schwanzes und wurden so in das viereckige Metallblättchen des nächststehenden Glases übergeführt. Das Wasser dieses Glases werde also mehr elektrisirt seyn, als das Wasser des ersten Glases, und aus derselben Ursache das Wasser des dritten noch mehr, und so fort.

Sey aber das Wasser seines Apparats durch Schwängerung mit Salz in einen bessern Leiter verwandelt worden, so müsse die elektrische Spannung ganz und gar verschwinden. Dies zu erläutern, diene ihm ein anderer schon bekannter Grundsatz: Wenn zwey Körper von ungleicher Oberfläche eine elektrische Ladung besitzen, die ihren Oberflächen proportional ist, so ist die elektrische Spannung in jedem derselben gleich. Von diesem Princip hänge die Gleichheit der elektrischen Spannung zweyer Säulen ab, die aus einer gleichen Anzahl von Platten bestünden, welche in der einen viel größer als in der andern wären. Daher sey auch in seinem elektrischen Apparat die Spannung des viereckigen Metallblättchens derjenigen des Schwanzes gleich. Enthalte nun jedes Glas seines Apparats eine vollkommen leitende Flüssigkeit, so brauche in ihr der elektrische Strom sich nicht zu erweitern und in Fäden zu spalten, um einen Durchgang durch die Flüssigkeit zu finden; vielmehr werde er auf dem kürzesten und gedrängtesten Wege fortgehen. Beyde elektrische Ströme, sowohl aus dem Viereck, als der aus dem Schwanz des Metallblättchens ausgehende, seyn dann nicht mehr eine Anhäufung von so viel elektrischen Fäden, als es Punkte in dem Viereck und den Schwanz giebt, sondern sie seyn ein einziger sehr feiner Faden von hinter einander liegenden elektrischen Theilchen, welcher von einem einzigen Punkte des Vierecks so wie des Schwanzes herkomme. Und da nun auf diesem Wege beyde Fäden mit gleichen entgegengesetzten Kräften auf einander stießen, so erlöschte alle ihre Bewegung.

Es seyn also zur elektrischen Spannung der zweyelementigen Säule offenbar die zwey angeführten Bedingungen nöthig: 1. die Flüssigkeit müsse ein unvollkommener Leiter seyn, und 2. die Flüssigkeit müsse die Metallflächen in einer ungleichen Anzahl von Punkten berühren. Der unvollkommene Leiter zertheile die beyden elektrischen Ströme in eine gewisse Anzahl von Fäden, und die Ungleichheit der Berührung mache, daß die Anzahl von Fäden in dem einen elektrischen Strome größer als in dem andern sey, und daß also ein Ueberschuß bleibe, der fähig sey, die elektrische Spannung hervorzubringen.

Die Flüssigkeit in der zwey-elementigen Säule müsse zwar ein unvollkommener Leiter seyn, sich aber doch dem Durchgange des elektrischen Stroms nicht so sehr widersetzen, daß dieser zu langsam von Platte zu Platte geleitet werde, und Zeit gewinne, sich durch irgend einen nicht vollkommenen isolirenden Theil des Apparats in den Erdboden zu verlieren, bevor er sich hinlänglich angehäuft habe, um eine elektrische Spannung hervorzubringen. Sey überdem die elektromotorische Kraft der Flüssigkeit und des Metalls, aus dem der Apparat bestehe, sehr gering, so werde, weil dann der Lauf des elektrischen Stroms noch langsamer sey, ein noch größeres Leitungsvermögen der Flüssigkeit nothwendig.

Es lasse sich nun hiernach als Grundsatz für die zwey-elementige Säule festsetzen: daß die Größe ihrer elektrischen Spannung im umgekehrten Verhältnisse ihrer Geschwindigkeit stehe, mit der die Spannung erfolge, und daß, wo diese ihrem höchsten Grad erreiche, jene gänzlich verlösche. Bey Säulen aus drey Elementen, in welchen Wasser der Leiter, der durch das Paaren zweyer anderer Körper hervorgebrachte Elektricität sey, verhalte sich die Sache anders. Es vermehre sich zwar auch die Geschwindigkeit der Spannung, wenn dem Wasser Salz oder Säure zugemischt werde, die Größe der Spannung aber bleibe dabey immer dieselbe.

Von dieser Theorie geleitet versuchte Herr Zamboni auch Kupfer. Er setzte seinen ersten Apparat aus derselben Anzahl von Schaalen, wie beym Zink (s. S. 287. B. VIII.), und aus viereckig geschnittenen und mit einem Schwanz versehenen Kupferblättchen zusammen. Nach einigen Stunden entwickelte sich eine schwache elektrische Spannung, die er der Hälfte der aus Stanniol oder Zink entwickelten gleich schätzte, und, was sehr bemerkenswerth sey, die Polarität dieses Apparats war die entgegengesetzte, der er unter gleichen Umständen mit Stanniol, oder mit Zink erhalten hatte; denn er fand nicht ohne Verwunderung das Kupfer positiv, das Wasser negativ elektrisch. Darauf bauete er eine zwey-elementige Säule aus Goldpapier auf, die also aus der Feuchtigkeit dieses Papiers und dem auf dem Papier aufgeleimten Metallblättchen von Kupfer bestand, und fand auch hier wieder das Kupfer positiv und das Papier negativ. Auch kehrte sich diese Polarität niemals um, selbst dann nicht, wenn er die Feuchtigkeit des Papiers durch Honig vermehrte.

Noch eine andere Theorie des Galvanismus nach neuern dynamischen Gründen vom Herrn Prof. Dr. Jos. Weber aufgestellt, will ich nur ganz kurz berühren. Herr Weber nimmt an, daß der Galvanismus nur ein Wechselkampf des Elektricismus und des Chemismus sey, aus welchem bald jener, bald dieser, bald beyde sieghaft hervorgehen. Beyde der Elektricismus und Chemismus sind dynamische Thätigkeiten, deren eine, der Elektricismus, blos Flächenkraft durch Berührung zweyer Gegensätze erregbar, die andere aber, der Chemismus nach allen Dimensionen wirkend, die Masse durchgreifend ist. Hieraus sey nun klar, daß bey vermehrten Berührungen die Elektricitäts-Intension wachse, und sonach auch bey Vergrößerung der Plattenflächen sich der Galvanismus verstärken müsse. Da der Galvanismus nicht reine Elektricität sey, sondern eine Gesammtkraft von Elektricismus und Che-

mismus, so seyn auch die Wirkungen der galvanischen Verstärkung durch die Feuchtigkeit bedingt. Wachse nämlich die Elektricität in Ansehung ihrer Intensität entweder durch Vermehrung der Platten oder durch Vergrößerung ihres Umfangs, so werde der Chemismus geschwächt, werde dagegen die chemische Action vorherrschend, so werde die rein elektrische Action unterdrückt, geschwächt, oder unmerklich gemacht.

Nach diesen Gesetzen sucht nun Herr Weber die bekannten Erscheinungen sowohl der einfachen galvanischen Kette, als auch der vervielfachten, der sogenannten Volta'schen Säule, zu erklären, und äußert sich zuletzt mit folgenden Worten: In der galvanischen Kette, zumal in der vervielfältigten, welche die Volta'sche Säule darstellt, treffen wir die Natur auf der That an, in ihrer Tendenz die Gesammtheit ihrer dynamischen Thätigkeiten in den gesammten Raumformen aufzustellen (die Naturseele mit dem Naturleib innigst zu vereinen), und demnach, Lebendiges hervorzubringen; wir sehen in dem Galvanismus das sich selbst erzeugende Leben in seinem Beginn. Der Galvanismus ist daher der nächste Ring, welcher die anorganische Natur mit der organischen verbindet; er ist das Lebendige in seinen Anfängen, sofern ist denn das Leben organischer Wesen nur vollkommenst ausgebildeter Galvanismus.

Ob ich gleich dem dynamischen Systeme weit mehr zugethan bin, als dem atomischen, selbst in der neuesten Darstellung, so kann ich doch nicht unterlassen, hierbey zu bemerken, daß mir die Erklärung der galvanischen Action des Herrn Weber nicht genügend scheint, sondern sich vielmehr leicht zeigen ließe, daß diese seine Theorie die bis jetzt bekannten Erscheinungen durchaus nicht erkläre.

Ob Volta's Theorie, welche mir am einfachsten und angemessensten zu seyn scheint, den Sieg davon trägt, muß die Folge lehren. Die bisherigen Bemühungen der Physiker und Chemiker, welche sich mit

dieſem Gegenſtande vorzüglich beſchäftigt haben, und im Weſentlichen unter dieſem Artikel angeführt ſind, geben genugſam zu erkennen, daß noch manche Räthſel in der galvaniſchen Säule zu löſen ſind. Die neueſten Entdeckungen von der Einwirkung des Galvanismus auf den Magnetismus ſollen unter dem Artikel: **Magnet**, angeführt werden.

Uebrigens findet man die merkwürdigſten Erſcheinungen des Galvanismus in einer ſehr ſchönen Ordnung vorgetragen im 2ten Theile des Herrn **Biot's** traité de physique experimentale et mathematique. Paris 1814. 8. IV. Theile.

M. ſ. mehrere einzelne Aufſätze in **Gehlen's** Journal für die Chemie, Phyſik und Mineralogie, **Schweigger's** neues Journal für Chemie und Phyſik und beſonders **Gilbert's** Annalen der Phyſik von den Jahrgängen 1809 an. Annales de chimie et physique p. *Gay-Lussac* et *Arago* Tom. I–XII.

Galvanoſkop (Zuſ. z. S. 498. B. VI.) Herr **Wilkinſon** beſchäftigte ſich ebenfalls damit, die Wirkungen der galvaniſchen Säule zu meſſen. Die Stärke derſelben ſchätzte er nicht nach der Gasmenge, welche an den Polardrähten erzeugt wird, ſondern vielmehr nach der Länge des Stahldrahts, welchen man, nach Maaßgabe der Plattenzahl oder Plattengröße, bey jeder Berührung verbrennen kann. Seinen Verſuchen zu Folge verhält ſich die Länge des Drahts, welchen zwey an Zahl, aber nicht an Größe der Platten, gleiche Säulen zu verbrennen vermögen, wie der Würfel der Oberflächen.

Der Bürger **Gautherot** ſchlug ſogar die Zunge zu einer Art von Galvanoſkop vor. Man ſoll nämlich ein Paar galvaniſche Leiter von einem nicht oxydirbaren Körper nehmen, z. B. Gold- oder Platindrähte, und die einen Enden derſelben an die Zunge legen, die andern aber an die Pole einer ganz ſchwach wirkenden Säule. Wenn man nun bey dieſer Berührung nichts von einer Geſchmack ähnlichen Empfindung wahrnehme, ſo werde

eine solche Empfindung zum Vorschein kommen, sobald man die Drahtenden von den Polen wegnehme, und sie gegen einander selbst drucke, dabey aber die an der Zunge unverändert in ihrer Lage lasse. Wiederhole man die wiederholende Operation mehrere Male, so werde die Intensität des Geschmacks immer stärker.

Die Herren **Gay-Lussac, Thenard** und **de la Rive** haben zur Ausmessung und Vergleichung der Wirkungen verschiedener galvanischer Säulen ebenfalls Vorrichtungen angegeben, welche sich auf dieselbe Voraussetzung gründen, die zuerst von **Simon** und **Marèchaux** angenommen wurde.

Alle Verrichtungen dieser Art, um die Quantität der elektrischen Materie zu schätzen, welche von der galvanischen Säule in Bewegung gesetzt wird, sind aber zu unsichere Werkzeuge, um ein sicheres und bestimmtes Resultat davon erwarten zu können. Die Voraussetzung, daß die durch die galvanische Säule in Bewegung gesetzte elektrische Flüssigkeit mit der von ihr entwickelten Menge der Gasbildung proportional sey, ist und bleibt schwankend. Denn bey der Gasentbindung hängt so vieles von der Art der Flüssigkeit, welche zersetzt wird, von der Temperatur derselben, von der Gestalt und Dicke der Drähte, welche die Batterie schließen, und selbst von der Ladung, welche die Polardrähte annehmen und einige Zeitlang beybehalten, ab. Ja man hat bey mehreren galvanischen Versuchen gefunden, daß selbst Polardrähte von gleichen Drahtstücken, manchmal eine verschiedene Neigung zur Gasentwickelung zeigen. Außer der verschiedenen Dicke des Drahtes haben auch die Rauheit, Abglättung, spitze oder stumpfe Enden desselben und mehrere andere zufällige Ursachen auf die Verschiedenheit der Gasentbindung Einfluß. In den neueren Zeiten hat man überdem Mittel kennen gelernt, die Gasentbindung sogar ganz auszuschließen, wobey gerade die besten elektrischen Leiter gebraucht werden.

Will man mit Wilkinson die Stärke der galvanischen Säule durch die Verbrennung eines Stahldrahts messen, so wird es ebenfalls unsicher, die Größe ihrer Spannung durch diese Wirkung genau anzugeben. Denn es kann eine schwache Säule Gas entwickeln, während sie nicht die Verbrennung irgend eines Stahldrahtes zu bewirken vermag. Aber auch bey sehr schwachen Säulen ist es mit der Gasentwickelung sehr langwierig und äußerst unsicher. Bekannter Maaßen gewinnt aber die Elektrometrie nur dadurch die größte Vollkommenheit, wenn von Messung schwacher, nicht starker Elektricität, welche ohne sie bemerkt werden kann, die Rede ist.

M. s. Schweigger's neues Journal für Chemie und Physik. B. IV. S. 410 f.

Gas (Zus. z. S. 600. Th. II.) Herr Hump. Davy *) bemerkt, daß der Ausdruck, respirabel, in einem weitern und auch in einem engern Verstande genommen werde. Von einigen werden blos diejenigen Luftarten respirabel genennt, welche eine lange Zeit geathmet werden können; von andern aber ein jedes Gas, welches sich willkührlich in die Lunge einziehen läßt, ohne darauf Rücksicht zu nehmen, ob es das Leben zu unterhalten vermag oder nicht. In diesem letztern Sinne würden daher irrespirable Gasarten nur diejenigen seyn, welche auf die Luftröhre eine solche Wirkung äußern, daß auch nicht die geringste Menge des Gas in dieselbe dringen kann, troß aller willkührlichen Anstrengungen, und dahin gehören alle saure Gasarten.

Daß von den respirabeln Gasarten, d. h. denen, welche sich durch willkührliche Anstrengung in die Lunge hineinziehen lassen, nur die einzige, die atmosphärische Luft, das Vermögen hat, das Leben dauernd zu erhalten, ist allgemein bekannt. Alle andere bringen den Tod,

*) Researches chemical and philosophical, chiefly concerning nitrous oxide and its respiration, by *Davy*. Lond. 1800. Rec. III. p. 531. u. f. übers. in Gilbert's Annal. d. Phys. B. XIX. S. 298. ff.

wenn man sie fortdauernd athmet, jedoch auf eine verschiedene Weise.

Es ist zwar schon längst bekannt gewesen, daß mehrere Gasarten von Flüssigkeiten und selbst von mehreren festen Körpern eingesogen oder absorbiret werden; allein aus den Beobachtungen hatte man noch keine Resultate gezogen, welche sich auf gewisse allgemeine Gesetze gründeten. Der Herr Theod. de Saussure *) suchte diesen Gegenstand durch eine Reihe sorgfältig angestellter Versuche aufzuhellen. Er bemerkt, daß, wenn sich Gasarten mit porösen festen Körpern auf irgend eine Art verbinden, daraus manche interessante Untersuchungen hervorgehen können. Wenn z. B. unsere atmosphärische Luft in die Rinde unsers Erdkörpers eindränge, so könnte sie sich vielleicht vermöge dieses Eindringens daselbst verdichten, oder mit andern Substanzen verbinden, und dadurch zur Erzeugung von salpetersauren Salzen oder ammoniakhaltigen Salzen Gelegenheit geben, u. dergl. Seine ersten Versuche betreffen die Absorption der unvermischten ganz reinen Gasarten durch feste Körper, die andern die Absorption vermischter Gasarten durch feste Körper, und zuletzt führt er noch Beobachtungen über die Absorption der Gasarten durch Flüssigkeiten an.

Von den festen Körpern war die Kohle der erste, deren Wirkung er auf die Gasarten zu untersuchen unternahm, wovon der Artikel Kohle nachzusehen ist. Bey den Versuchen, welche er mit den übrigen festen Körpern anstellte, bediente er sich der Luftpumpe, um die porösen Körper von atmosphärischer Luft zu befreyen, und sie empfänglich zu machen, die Gase zu verdichten. Die festen Körper waren spanischer Meerschaum, Klebschiefer, Holzasbest, Bergkork, Hydrophan, Quarz, Gyps, die Bergmilch (agaricus mineralis), Haselholz, Maulbeerholz, Tannenholz, Leinfäden, Wolle und rothe Seide. Die Resultate, welche er aus den Versuchen mit

*) Gilbert's Annalen d. Physik. B. XLVII. S. 113. ff.

dieſen feſten Körpern durch Abſorption der reinen Gasarten zu ſchließen ſich berechtigt glaubte, wären folgende:

Alle dieſe feſten Körper beſitzen das Vermögen, Gas zu abſorbiren.

Das Vermögen, welches die Gaſe beſitzen, ſich in einem poröſen Körper zu verdichten, nimmt innerhalb gewiſſer Grenzen im umgekehrten Verhältniſſe des Durchmeſſers der Poren zu.

Bey dieſen Verdichtungen kommen aber, außer der Poroſität, noch zwey andere Umſtände in Betrachtung: erſtens die verſchiedenen Verwandtſchaften, welche zwiſchen den Grundlagen der Gasarten und dem abſorbirenden Körper ſtatt finden; und zweytens die Expanſivkräfte der Gaſe, oder der Widerſtand, welchen ſie bey verſchiedenen Wärmegraden und atmoſphäriſchen Druck ihrer Verdichtung entgegenſetzen.

Einen Beweis von der Einwirkung jener Verwandtſchaften fand er in der verſchiedenen Ordnung, nach welcher die Abſorptionen der Gasarten bey verſchiedenartigen Körpern, ihrer Größe nach auf einander folgten; ſo verdichtete Meerſchaum mehr Stickgas als Waſſerſtoffgas, Holz dagegen mehr Waſſerſtoffgas als Stickgas. Der Einfluß der Elaſticität zeigte ſich darin, daß die Verdichtung der Gaſe nicht immer im Verhältniß der Größe der Verwandtſchaft ihrer Grundlagen zu dem abſorbirenden Körper ſtand. Zu den elaſtiſchen Flüſſigkeiten, welche von poröſen Körpern am ſtärkſten verdichtet werden, gehörten überdem mehrentheils ſolche, die bey einer bekannten Verminderung der Temperatur oder des Luftdrucks die Gasgeſtalt verlieren, wie der elaſtiſche Waſſerdampf, der von allen poröſen Gas abſorbirenden Körpern in großer Menge verdichtet wird, das Ammoniakgas, das allgemein die ſtärkſten Abſorptionen erleidet, und der elaſtiſche Dampf des Schwefeläthers, der von Meerſchaum, geglühetem Holzasbeſt, und allen zur Gas-Abſorption geſchickten Körpern ſehr ſtark eingeſogen wird

Haben die Gasarten ein größeres Bestreben, ihren elastischen Zustand zu erhalten, als sich mit dem porösen Körper zu vereinigen, so äußert sich die Verschiedenheit der Anziehungen zwischen ihren Basen und diesem Körper nicht, und dieses findet in allen Fällen statt, in welchen die Verdichtungen mit den bekannten Verwandtschaften nicht übereinstimmen. Uebertrifft oder zerstört dagegen die Verwandtschaft der Basen der Gase zu dem porösen Körper ihre Elasticität, so entsprechen die Absorptionen den bekannten Verwandtschaften.

Aus diesen Betrachtungen schließt Herr de Sauſsure, daß die Verdichtung der Gasarten durch poröse Körper, abgesehn von dem Einfluß des Grades der Porosität, durch zwey Kräfte bestimmt werde; erstens durch die anziehende Kraft, vermöge welcher die Basis des Gases und der poröse Körper streben, sich mit einander zu vereinigen; und zweytens durch die Kraft der Elasticität des Gases, oder die Anziehung ihrer Basen durch Wärmestoff. Diese beyden Kräfte seyn einander entgegengesetzt, und die Absorption der Gase durch die festen porösen Körper sey das Resultat ihrer Verschiedenheit. Diese beyden Kräfte habe längst schon Berthollet in Betrachtung gezogen, und gezeigt, daß die Elasticität der Gase eine Kraft sey, welche ihren chemischen Verbindungen entgegenstrebe.

Bey der Untersuchung der Absorption der vermischten Gasarten durch feste Körper stellte de Sauſsure die Versuche auf zwey verschiedenen Wegen an: einmal versetzte er den porösen Körper luftleer in Mischungen aus zwey Gasen; zweytens brachte er ihn luftleer erst in das eine unvermischte Gas, und, nachdem er sich damit gesättiget hatte, versetzte er ihn in das zweyte Gas. Die eudiometrische Prüfung der Luft, welche nach dieser zweyten Absorption zurückblieb, gab das Verhältniß zu erkennen, in welchem beyde Gasarten absorbirt worden waren.

Die Resultate, welche sich aus diesen Versuchen folgern ließen, waren diese:

Wenn ein poröser Körper mit einer Gasart angeschwängert, und dann in eine andere Gasart gebracht wird, so läßt er einen Theil von der ersten Gasart fahren, um sich mit einem Antheile der zweyten zu verbinden.

Bey einer Mischung aus zwey von den drey Gasarten, Sauerstoffgas, Wasserstoffgas und Stickgas, erforderte mehr Aufmerksamkeit, und der Erfolg war nicht immer erkennbar. Uebrigens schien es bey diesen Ursachen gleichgültig zu seyn, ob man den porösen Körper erst mit dem einen Gase schwängerte, und dann in das andere Gas brachte, oder ob man ihn luftleer in ein Gemisch aus beyden Gasarten versetzte

Wurde Ein Maaß luftleer gemachter Meerschaum in $2\frac{1}{2}$ Maaß Gas gebracht, das halb aus Sauerstoffgas und halb aus Wasserstoffgas bestand, absorbirte, 0,57 Maaß Sauerstoffgas und 0,44 Wasserstoffgas, mithin von dem erstern mehr als von dem letztern. Verglich man den Raum, den beyde Gase in dem Meerschaum einnehmen, mit der Summe ihrer einzelnen Volume, so fand sich, daß die Gegenwart des Sauerstoffgas die Verdichtung des Wasserstoffgas begünstiget hatte.

Ein Maaß Klebschiefer absorbirte 0,7 desselben Gasgemisches, und zwar von beyden Gasen gleichviel, obgleich es einzeln mehr vom Sauerstoffgas als vom Wasserstoffgas absorbirt hatte.

Ein Maaß luftleerer Meerschaum absorbirte aus einem Gemisch aus gleichen Theilen Stickgas und Wasserstoffgas von 2,5 Maaß 0,61 Maaß Stickgas und 0,42 Maaß Wasserstoffgas, mithin vom erstern mehr als vom zweyten. Bey der Berührung im Steine schienen sich daher beyde Gase etwas verdichtet zu haben.

Ein Maaß luftleer gemachtes Tannenholz aus einem solchen Gasgemisch von 4 Maaßen 0,34 Wasserstoffgas und 0,11 Stickgas. Es wird daher das Holz auf die Gase gerade umgekehrt wie der Meerschaum; doch bleibt

auch bey dem Holz die Absorption des Gemisches mit der der einzelnen Gase übereinstimmend.

Uebrigens war im Allgemeinen durchaus nicht zu bemerken, daß unter den zugleich absorbirten Gasarten eine wirkliche chemische Verbindung statt gefunden hätte.

Daß Gasarten auch vom Wasser absorbirt werden, war längst bekannt. Allein man hatte noch nicht untersucht, unter welchen Umständen und nach welchen Gesetzen diese Wirkung vor sich gehe. D. Priestley zeigte zuerst, wie man es bewerkstelligen könne, das Kohlensaure Gas mit Wasser zu verbinden, um einen künstlichen Sauerbrunnen zu bereiten. M. s. Art. Parkersche Maschine Th. III. S. 780. f. Mit den übrigen Gasarten aber hatte man über diesen Gegenstand noch keine Versuche angestellt. Die ersten, welche sich damit beschäftigten, waren die Herren Henry α) und Dalton β).

Um so viel als möglich mit Genauigkeit zu beobachten, wie groß die Menge von Gas sey, welche das Wasser absorbiren kann, hatte Henry einen eignen Apparat dazu gebraucht. Das Wasser, welches er zu diesen Versuchen anwendete, war mehrere Stunden lang in einem zinnernen Gefäße mit einer Oeffnung, die oben groß genug war, die Dämpfe herauszulassen, gekocht, und noch siedend heiß in gläserne Flaschen gegossen worden, welche sogleich zugepfropft und dicht mit Blase überbunden wurden. Auch Dalton ließ das Wasser in einem enghalsigen Gefäße eine kurze Zeitlang kochen, oder brachte es unter den Recipienten eine Luftpumpe, und bewegte es dann eine Zeitlang schnell hin und her.

Die Resultate, welche beyde erhalten haben, sind in folgender Tabelle enthalten, wobey nur zu bemerken ist, daß die Zahlen ausdrucken, wie viel Kubikzolle von jeder Gasart 100 Kubikzoll Wasser bey einer Temperatur von 60 Grad Fahrenh. absorbiren.

α) Phylosophic. Transact. for 1803. P. I.

β) Memoires of the litter. and philos. society of Manchester. New. series. V. I.

Gasarten	Absorption nach Dalton	Absorption nach Henry
Kohlensaures Gas	100	108
1. Schwefel-Wasserstoffgas	100	106
Oxydirtes Stickgas	100	86
2. Oelmachendes Gas	12,5	—
Salpetergas	3,7	5
Sauerstoffgas	3,7	3,7
3. Phosphor-Wasserstoffgas	—	2,14
Kohle-Wasserstoffgas	3,7	1,4
Stickgas	1,56	1,53
4. Wasserstoffgas	1,56	1,61
Gasförmiges Kohlenoxyd	1,56	2,01

Dalton folgerte aus diesen Resultaten, daß sich das Volumen der von dem Wasser absorbirten Gasarten 1. 2. 3. 4. zum Volumen des Wassers wie die Zahlen $1, \frac{1}{6}, \frac{1}{27}, \frac{1}{64}$ oder wie $1, \frac{1}{2^3}, 1\frac{1}{3^3}, 1\frac{1}{4^3}$ zu 1 verhalten; denn $8 \times 12{,}5$ ist $= 100$; $27 \times 3{,}7 = 99{,}9$ und $64 \times 1{,}56 = 99{,}84$. Hieraus würde also sich das auffallende Gesetz ergeben, daß die absorbirenden Gasmengen sich verhalten, wie die Cubikzahlen von Brüchen, welche zum Zähler die Einheit, zum Nenner aber die natürliche Zahlenfolge haben.

Hieraus schloß Dalton, daß die Entfernung der Theilchen einer jeden Gasart, welche vom Wasser absorbirt worden, entweder dieselbe, wie vor der Absorption, oder irgend ein Vielfaches derselben sey. So haben die Gasarten in der Tabelle 1. im Wasser dieselbe Dichtigkeit, als außerhalb desselben. Im ölerzeugenden Gas ist dagegen die Entfernung der Theilchen im Wasser die doppelte von der der Theilchen außerhalb derselben; im Salpetergas, Säurestoffgas u. s. die dreyfache, und im Stickgas u. s. die vierfache.

Fast zu gleicher Zeit mit Henry stellte auch Herr Berger *) eine Reihe von Versuchen über die Absorption verschiedener Gasarten durch Wasser an, welche in dessen das Gepräge der Genauigkeit nicht besitzen.

Genauere Versuche wurden kurz darauf von den Herren Humboldt und Gay-Lussac β) gemeinschaftlich angestellt, welche mit denen von Henry und Dalton nicht ganz zusammenstimmen. Die Herren Humboldt und Gay-Lussac bedienten sich zu allen Versuchen genau gleicher Volumen der verschiedenen Gasarten, und ungefähr gleicher Mengen filtrirten Seinewassers. Nach 5 bis 6 Tagen maßen sie die Größe der Absorption, und zerlegten die Rückstände. Sie fanden, daß von allen Gasarten keine so stark von Seinewasser absorbirt wurde, als das Sauerstoffgas. Indem sie 100 Theile Sauerstoffgas, 100 Theile Stickgas, und 100 Theile Wasserstoffgas mit Wasser in Berührung gebracht hatten; so verminderte sich das Sauerstoffgas um 40 Theile, das Stickgas um 5 und das Wasserstoffgas um 3 Theile; und die 60 Theile des Rückstandes enthielten nur 23 Theile Sauerstoffgas, dagegen 37 Stickgas. Es hatten sich folglich von den 100 Theilen Sauerstoffgas über dem Flußwasser 77 Theile verloren, und dafür waren 37 Theile Stickgas aus dem Wasser ausgetrieben worden.

Auf eine ähnliche Art treibt das Stickgas, wenn es vom Wasser absorbirt wird, einen Theil Sauerstoffgas aus. Denn reines Stickgas verlor über den Wasser 0,02 bis 0,03 seines Volumens, und der Rückstand war nicht mehr reines Stickgas, sondern enthielt 11 Theile Sauerstoffgas.

Auf Wasserstoffgas schien Wasser fast gar nicht zu wirken.

Nach Henry absorbirt Wasser bey einerley Temperatur unter jedem Drucke dasselbe Volumen von Gas, als

*) Journal de physique Tom. LVII.

β) Journal de physique Tom. LX. p. 165.

unter dem gewöhnlichen Luftdrucke, oder was auch die Gasart für eine Dichte haben mag. Nimmt z. B. Wasser bey 60 Grad Fahrenh. ein ihm gleiches Volumen kohlensaures Gas, bey der gewöhnlichen Dichte des letztern auf, so wird es fortfahren, ein gleiches Volumen davor zu absorbiren, wenn gleich das Gas durch einen verstärkten Druck, eine doppelt, oder dreyfach so große Dichte u. s. w. als die gewöhnliche besitzt. Eben dasselbe findet auch bey der Verdünnung des Gas statt.

Aus allen diesen setzt Dalton folgende Theorie über die Absorption der Gasarten durch Wasser fest:

1. Alle Gasarten, welche vom Wasser absorbirt werden, sind mit demselben mechanisch vermischt, nicht aber chemisch damit gebunden.

2. Gasarten, welche auf solche Art mit Wasser mechanisch gemischt sind, behalten ihre Elasticität oder die zurückstoßende Kraft zwischen ihren eigenen Theilchen, gerade so im Wasser, als außerhalb desselben, und das Wasser hat in dieser Hinsicht nicht mehr Einfluß als der leere Raum.

3. Jedes Gas wird im Wasser nur durch den Druck zurückgehalten, welchen Gas derselben Art auf die Oberfläche des Wassers ausübt, und kein anderes Gas, womit es vermischt seyn kann, ist hiebey von bleibenden Einflusse.

4. Wenn Wasser von den Gasarten sein eigenes Volumen absorbirt hat, so druckt das Gas auf das Wasser gar nicht, druckt aber auf das Gefäß, welches dasselbe enthält, gerade so, als befände sich gar kein Wasser darin. Hat ferner Wasser seinen gehörigen Antheil von Sauerstoffgas u. s. f. eingesogen, d. i. $\frac{1}{27}$ seines Volumens, so druckt das äußere Gas auf die Oberfläche des Wassers mit $\frac{20}{27}$ seiner Kraft, und auf das Gas im Innern des Wassers mit $\frac{1}{27}$ seiner Kraft, welche Kraft auf das enthaltende Gefäß, und nicht auf das Wasser, druckt. Bey Stickgas und Wasserstoffgas ist das Verhältniß $\frac{63}{64}$ zu $\frac{1}{64}$. Enthält endlich Wasser gar

kein Gas, so erleidet die Oberfläche desselben den ganzen Druck eines Gas, welches hinzugelassen wird, bis ein Theil des Gas sich einen Weg in das Innere des Wassers gebahnt hat.

Dalton's Theorie, wovon die Hauptmomente sind angegeben, ist vielfältig bestritten worden. Es würde viel zu weitläuftig seyn, die Einwürfe, welche gegen dieselbe sind gemacht worden, hier vollständig anzugeben, besonders da Dalton darüber mit andern Physikern und Chemikern in einen großen Streit gerieth, wovon eine schöne Zusammenstellung vom Herrn Prof. Gilbert *) nachgelesen werden kann.

Der vorzüglichste Haupteinwurf gegen diese Theorie bleibt dieser: daß man die Absorption der Gasarten durch Wasser durchaus als keine mechanische Operation betrachten kann, sondern daß vielmehr diese Erscheinungen auf einer wahren chemischen Anziehung des Wassers zu den Gasarten beruhen. Herr Berthollet urtheilt bereits über diese Theorie in seinem Berichte von den angeführten Versuchen der Herren v. Humboldt und Gay-Lussac ganz richtig folgender Maaßen: "daß „bey den Auflösungen der Gasarten im Wasser Verwandtschaft die wirkende Kraft sey, darüber lassen, wie „es mir scheint, die Bemerkungen der Herren v. Humboldt und Gay-Lussac über den Zustand, in welchem sich die Luft im Wasser befindet, gar keinen „Zweifel übrig. Henry nimmt indeß die entgegengesetzte Meinung eines berühmten Physikers, nämlich „Dalton's, an. Seine Resultate sind aber nicht genau; „denn er hat die Gasrückstände nicht chemisch untersucht, und die Versuche der Herren v. Humboldt „und Gay-Lussac zeigen, daß diese Rückstände auf „eine Art verändert sind, welche über die wahre Größe

*) Annalen der Physik. B. XXI. S. 377 ff.

„der Absorbtion des Gas, das mit Wasser in Berüh„rung gesetzt war, in Irrthum führen muß. Er grün„det seine Meinung auf die merkwürdige Beobachtung, „welche er gemacht hat, daß Wasser bey gleicher Tem„peratur in allen Fällen dasselbe Gasvolumen verschluckt, „und er schließt daraus mit Dalton, die Absorbtion „eines Gas durch Wasser sey eine bloße mechanische „Wirkung. Allein die eigenen Beobachtungen Hen„ry's scheinen zu beweisen, daß die Absorbtion dem „Drucke nicht proportional ist. Denn er fand, daß „100 Cubikzoll Wasser von 55° Fahr. Wärme 108 „Cubikzoll kohlensaures Gas und eben so viel Schwe„felwasserstoffgas verschlucken; jede dieser Gasarten müßte „folglich im Wasser nicht blos eben so viel Raum, als „sie schon einnimmt, sondern auch noch eine andere Ur„sache von Compression, als den Luftdruck, finden. Da „die Elasticität ein Hinderniß der Verwandtschaft ist, „welche zwischen dem Wasser und dem Gas statt finden „muß, so scheint es mir natürlicher, daß die Auflösung „der Ursache proportional ist, welche die Wirkung der „Elasticität vermindert, oder der Compression, die das „Gas erleidet. — Wäre indeß auch diese Erklärung „nicht genügend, so würde dies auch kein Grund seyn, „hier die Verwandtschaft als wirkende Kraft zu ver„werfen, da andere Wirkungen davon zeugen; eine Be„merkung, welche auf mehrere Fälle paßt, wo das Zu„sammenfallen der physischen und chemischen Eigenschaf„ten machen kann, daß man die Wirkung der Ver„wandtschaft verkennt, wenn man von den Ursachen „eines Phänomens urtheilt, ohne auf die Analogie zu „sehen, durch die es mit andern Phänomenen verket„tet ist".

Auch Marty stellte Absorbtionsversuche verschiedener Gasarten durch Wasser an, welche ebenfalls ganz andere Resultate geben, als Henry und Dalton gefunden hatten. Nach 1½ Jahren hatte Regenwasser ein

Volumen Sauerstoffgas verschluckt, das wenigstens der Hälfte des Wasservolumens gleich war; indeß bemerkt Marty, daß bey längerer Zeit auch eine größere Menge absorbirt werden könne. Ferner fand er, daß vom Wasserstoffgas ein größeres Volumen als vom Sauerstoff verschluckt werde, und daß die Absorbtion schneller vor sich gehe. Nach 2 Jahren war das Volumen des absorbirten Gas noch nicht dem Volumen des absorbirenden Wassers gleich. Mit Sauerstoffgas geschwängertes Wasser war geeigneter Wasserstoffgas zu absorbiren, und so umgekehrt. Uebrigens ist die Absorbtion um so stärker, je größer das Volumen des Wassers ist, und diesem Volumen proportional.

Mit Stickgas finden diese Wirkungen nicht statt. Ist das Wasser damit einmal eine Zeitlang geschüttelt worden, so verschluckt es davon nichts mehr, so lange man es auch mit diesem Gase in Berührung läßt. Mit Stickgas geschwängertes Wasser aber absorbirt Wasserstoffgas oder Sauerstoffgas, womit man es in Berührung bringt, ohne das Stickgas, welches es enthält, fahren zu lassen. Dies ist nach Herrn Marty so genau, daß sich auf die blos absorbirende Kraft des Wassers eine genaue Zerlegung der atmosphärischen Luft gründen läßt. Es bedarf dazu weiter nichts, als daß das Wasser zuvor mit Stickgas geschwängert worden ist; es verschluckt dann genau 0,21 des Volumens atmosphärischer Luft, welche man mit demselben in Berührung bringt.

Dalton's Theorie fand einen neuen vorzüglichen Gegner an Herr Theod. de Saussure. Des letztern Versuche, welche er mit Wasser und Alkohol anstellte, gaben ihm Resultate, die in folgender Tafel enthalten sind; die Temperatur dabey war 18° des Centesimalthermometers.

	100 Raumtheile Wassers absorbiren	100 Raumtheile Alkohol vom specif. Gewicht 0,84 absorbiren	
von schwefelicht-saurem Gas	Raumth	1577	Raumth.
- Schwefel-Wasserstoffgas . .	253	606	—
- kohlensaurem Gas . . .	106	186	—
- oxydirtem Stickgas . . .	76	153	—
- ölerzeugendem Gas . . .	15,5	127	—
- Sauerstoffgas	6,5	16,25	—
- oxydirtem Kohlenstoffgas . .	6,2	14,5	—
- oxydirtem Kohlen-Wasserstoffgas	5,1	7,0	—
- Wasserstoffgas	4,6	5,1	—
- Stickgas	4,2	4,2	—

Daß diese Resultate ganz verschieden von denen sind, welche Dalton fand, ergiebt sich bey Vergleichung derselben augenscheinlich. Andere Absorbtionsversuche mit Gasarten durch verschiedene Flüssigkeiten ließen ihm die Folge ziehen, daß auch bey Flüssigkeiten, so wie bey den festen Körpern, große Verschiedenheiten in der Reihenfolge statt finden, nach welcher die Gasarten von ihnen absorbirt werden, und daß folglich diese Absorbtionen allerdings ebenfalls dem Einflusse der chemischen Verwandtschaft unterworfen sind.

Gegen diese Einwürfe suchte sich Dalton zu rechtfertigen, und behauptete, daß keine einzige, von den von de Saussure angeführten Thatsachen, welche die in einem höhern Grade absorbirbaren Gasarten betreffen, eigentlich gegen ihn wären, sondern vielmehr richtig verstanden, mit seiner Theorie übereinstimmten und sie befestigten. Man kann hievon nachlesen *Thomson's* Annal. of philosophy. Mars 1816. und Annales de chimie et de physique p. *Gay-Lussac* et *Arago* Tom. I. p. 357 ff.

Noch neuere Versuche über die Absorbtion der Gasarten durch flüssige Körper hat Herr Ruhland angestellt, welche in Schweigger's Journal für Chemie und Physik B. XVI. S. 180 f. nachzulesen sind.

Gas, atmosphärisches (Zus. z. S. 504. Th. VI.) Dalton's Hypothese, daß die atmosphärische Luft ein bloßes Gemenge aus den beyden Gasarten, dem Stickstoffgas und Sauerstoffgas sey, wurde heftig und mit guten Gründen bestritten. Vielmehr behauptete man, daß die beyden Gase, das Stickstoff- und Sauerstoffgas in der Atmosphäre, sich chemisch mit einander vereiniget hätten, und stützte diese Meinung vorzüglich auf mehrere von Berthollet, Gay-Lussac und v. Humboldt gemachte Erfahrungen, nach welchen das Verhältniß der Bestandtheile der atmosphärischen Luft an verschiedenen Orten, und in verschiedenen Höhen stets dasselbe sey, und schloß daraus, daß, wenn die atmosphärische Luft ein bloßes Gemenge der beyden genannten Gasarten wäre, in größern Höhen der Gehalt an Stickstoffgas, das specifisch leichter als das Sauerstoffgas sey, beträchtlicher, als in niedern Gegenden seyn müßte. Da überdem mehrere Ursachen an verschiedenen Orten und in verschiedener Menge unaufhörlich thätig wären, den Sauerstoffgehalt der atmosphärischen Luft zu verändern, so sey die Veränderung des Verhältnisses des Sauerstoffgases zum Stickstoffgas davon eine nothwendige Folge. Berthollet *) hatte eine Reihe von Versuchen über das Vermögen der Gasarten angestellt, aus welchen erhellet, daß alle Gasarten das Vermögen besitzen, sich einander, wenn sie auch ein sehr verschiedenes specifisches Gewicht haben, auch ohne Bewegung mit einander zu vermischen, so daß nachher keine Trennung erfolgt. Auch Gay-Lussac **) hatte eine Reihe ähnlicher Versuche angestellt, um besonders die Frage zu entscheiden: ob die chemischen Vereinigungen der verschiedenen Gasarten untereinander nach beständigen, oder nach veränderlichen Verhältnissen erfolgen? Aus diesen seinen Versuchen geht hervor, daß die Verbindungen gasförmiger Körper mit einander stets

*) Mémoires d'Arcueil Vol. II. p. 463. etc.

**) Ebendaselbst p. 207. etc.

nach den allereinfachsten Verhältnissen vor sich gehen, so daß sich mit dem einfachen Volumen des einen immer entweder dasselbe, oder das doppelte, oder höchstens das dreyfache Volumen des andern gasförmigen Körpers vereinigt. Folgende Tabelle zeigt die Wahrheit dieser Thatsachen aufs vollkommenste:

Nachstehende Zusammensetzungen werden gebildet	Aus Verhältnissen dem Volumen nach	Aus Verhältnissen dem Gewichte nach
Salzsaures Ammonium	100 gasförm. 100 gasförm. Ammonium Salzsäure.	38,35 Ammonium 61,65 Salzsäure.
Kohlensaures Ammonium	100 gasf. Amm. 100 Kohlensäure.	28,19 Ammon. 71,81 Kohlensäure.
Basisches kohlensaures Ammonium	100 gasf. Amm. 50 Kohlensäure.	43,38 Ammon. 56,02 Kohlensäure.
Fluß-boraxsaures Ammonium	100 gasf. Amm. 100 Flußbor. säure	
Basisches fluß-boraxsaures Ammonium	100 gasf. Amm. 50 Flußbor. säure.	
Wasser	100 Wasserstoffgas 50 Sauerstoffgas.	86,73 Wasserstoffgas 13,27 Sauerstoffgas.
Oxydirtes Stickgas	100 Stickgas 50 Sauerstoffgas.	63,72 Stickstoffgas 36,28 Sauerstoffgas.
Salpetergas	100 Stickgas 100 Sauerstoffgas.	47,46 Stickstoffgas 53,24 Sauerstoffgas.
Salpetersäure	100 Stickgas 200 Sauerstoffgas.	30,51 Stickstoffgas 64,49 Sauerstoffgas.
Salpetersäure	200 Salpetergas 100 Sauerstoffgas.	30,51 Stickstoffgas 69,49 Sauerstoffgas.
Salpetrichte Säure	300 Salpetergas 100 Sauerstoffgas.	34,51 Stickstoffgas 65,39 Sauerstoffgas.
Ammonium	100 Stickgas 300 Wasserstoffgas.	81,53 Stickstoffgas 18,47 Wasserstoffgas.
Schwefelsäure	100 Schwefeldf. 50 Sauerstoffgas.	42,02 Schwefelstoffg. 57,98 Sauerstoffgas.
Schweflichte Säure		52,03 Schwefelstoffg. 47,92 Sauerstoffgas.
Alkohol	100 ölmach. Gas 100 Wasserdunst.	102,49 ölm. Gas 40,00 Wasserstoffgas.
Schwefeläther	100 ölmach. Gas 200 Wasserdunst.	

Solche einfache Verhältnisse finden sich bey den chemischen Verbindungen fester und tropfbarer flüssiger Körper nicht; eben so wenig, wenn man auf das Gewichtsverhältniß der Bestandtheile sieht. Und dies ist nach Herrn Gay-Lussac ein Beweis mehr, daß sich die Körper in der That nur in dem Gaszustande unter ganz gleichen Umständen befinden, und daß sie daher nur in diesem Zustande nach einfachen und festen Gesetzen wirken können. Selbst die sichtbare Zusammenziehung, welche Gasarten erleiden, wenn sie sich mit

einander verbinden, steht ebenfalls mit dem Volumen einer derselben im einfachen Verhältnisse, und auch diese Eigenschaft kommt allein den Körpern in der Gasgestalt zu. Außerdem haben Gough, Thomson, Tralles und mehrere andere genügend gezeigt, daß die Vorstellung, welche sich Dalton von der Verbindung der Gasarten unter einander macht, in der Natur nicht statt finden kann. Eine schöne kritische Beleuchtung über Dalton's Lehren von den gemischten Gasarten hat der Herr Prof. Ermann *) geliefert. Bey allen diesen Bemühungen der angeführten Männer schien es doch dem Herrn Prof. Döbereiner zu Jena †) nicht einzuleuchten, daß die beyden Gasarten, das Stickstoffgas und das Sauerstoffgas, in der atmosphärischen Luft eine wahre chemische Verbindung eingegangen wären, vielmehr behauptet er, daß das atmosphärische Gas ein zur chemischen Verbindung strebendes Gemenge des Stickstoff- und des Sauerstoffgases sey. Herr Döbereiner unterscheidet aber mechanische Zusammensetzungen oder Verbindungen von mechanischer, chemisch werden wollender Verbindung (Auflösung) (wahrscheinlich Lavoisier's Lösung), und diese von vollendeter (ganzer) chemischen Verbindung. Diese drey Arten von Verbindungen fänden wir auch wirklich in starken, flüssigen und luftigen Natur- und Kunstkörpern. Seine Gründe, daß das atmosphärische Gas blos eine Lösung beyder Gasarten, des Stickstoff- und Sauerstoffgases, sey, sind folgende: wir müßten nach allen bisherigen bekannten Erfahrungen annehmen, daß die Gasarten sich nicht allein wechselseitig zurückstoßen, sondern auch wechselseitig anziehen; denn würden sie sich nicht zurückstoßen, so würden sie sich chemisch zu einem neuen Produkt verbinden, und zögen sie sich nicht wechselseitig an, so würden sie sich nicht auflösen, mit einander vermengen.

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XL. S. 389 ff.

†) Schweigger's Journal für Chemie und Physik. B. IV. S. 584 ff.

Hierin, und, wenn man wolle, in der beständigen Bewegung, in welche die Luft unaufhörlich, theils durch das Licht, theils durch die stets in ihr auf- und niedersteigenden Wasserdünste und andere Ursachen mehr, gesetzt werde, liege der Grund, warum das atmosphärische Gas ein constantes Verhältniß behaupte; warum es nicht in den höhern Regionen stickstoffreicher und in den untern sauerstoffreicher sey; warum die verschiedenen immer thätigen Ursachen, welche (auf der Erde) den Sauerstoffgehalt vermindern, das Verhältniß des Sauerstoffgases zum Stickstoffgas nicht stören, wenigstens nicht in dem Maaße, daß das Fehlende von unsern Eudiometern entdeckt werden könnte. Und es könne auch nie entdeckt werden, weil die Natur unaufhörlich thätig sey, den verminderten Theil des Sauerstoffgases wieder zu ersetzen. Durch welchen Prozeß dies geschehe, sey schwer zu entdecken, da noch kein Versuch vorhanden sey, welcher uns hierin belehren könnte. Wahrscheinlich sey das Wasser die Quelle des Sauerstoffs und Stickstoffs, welches mittelst eines durch das Licht (das alles desoxydiren, alles metallisiren wolle und würde, wenn nicht das Wasser dieser Wirkung Schranken setzte) veranlaßten chemischen Prozesses in diese beyden Stoffe zersetzt werde.

Die Berthollet'schen Versuche hätten dargethan, wie die Bestandtheile des atmosphärischen Gases nicht chemisch, aber auch nicht mechanisch, sondern nur zur chemischen Bindung tendirend mit einander verbunden, in einander aufgelöset seyn. Nur dann erst vereinigten sie sich chemisch, wenn Elektricität in sie einschlage, wodurch ihr entgegengesetzter elektrischer Zustand, der ihre frühere Vereinigung verhinderte, vernichtet werde. Ja man hätte schon vor diesen Berthollet'schen Versuchen das nicht chemische Verbundenseyn der Bestandtheile des atmosphärischen Gases wahrnehmen müssen, wenn man sich nur die Mühe gegeben hätte, in die Sache tiefer hineinzuschauen. Es sey bekanntlich eine ausgemachte

Wahrheit, daß in allen Fällen, wo eine chemiſche Verbindung erfolge, einige Veränderung in der Dichtigkeit der Zuſammenſetzung ſtatt finde; dies ſähen wir, wenn ſich Stickſtoff: und Sauerſtoffgas zu Salpetergas, Sauerſtoffgas und Waſſerſtoffgas zu Waſſer verbänden u. dergl. Allein beym bloßen Vermengen, beym Auflöſen der Gasarten in einander ereigne ſich keine ſolche Veränderung, ſondern das ſpecifiſche Gewicht ſey und bleibe ſtets das Mittel des ſpecifiſchen Gewichtes der Gasarten vor der Vereinigung; und ſey dies letztere nicht auch der Fall beym atmoſphäriſchen Gas? Habe dies etwa eine größere Dichte, als im Mittel die ſeiner Beſtandtheile? Gewiß nicht, und darum hätte man auch das chemiſche Verbundenſeyn der Beſtandtheile derſelben nicht ſo gerade zu behaupten ſollen; denn ſchon die von de Marty gemachte Erfahrung, daß ein mit Stickſtoffgas geſättigtes Waſſer die Eigenſchaft beſitze, der atmoſphäriſchen Luft alles Sauerſtoffgas zu entziehen, wäre geeignet geweſen, das Grundloſe jener Behauptung gleich ſehen zu laſſen. Vergleichen wir überdem noch die Eigenſchaften des atmoſphäriſchen Gaſes mit denen des oxydirten Stickſtoffgaſes, welches eine wirkliche chemiſche Verbindung von 50 Sauerſtoff und 100 Stickſtoff ſey, und dieſe wiederum mit den Eigenſchaften einer künſtlich bereiteten Auflöſung von 100 Stickſtoffgas und 50 Sauerſtoffgas, ſo würden wir gleich entdecken, welcher Unterſchied zwiſchen einer bloßen Gasauflöſung und einer chemiſchen Gasverbindung obwalte. Es verhalte ſich das atmoſphäriſche Gas genau wie die künſtlich bereitete Auflöſung von 50 Theilen Sauerſtoffgas und 100 Theilen Stickſtoffgas, deren ſpecifiſches Gewicht das Mittel des der beyden Gasarten vor ihrer Vereinigung iſt, nur mit dem Unterſchiede, daß das Verbrennen brennbarer Körper in dieſem lebhafter, als in jenem erfolge, weil mehr Sauerſtoffgas vorhanden ſey, und unterſcheide ſich daher von dem oxydirten Stickſtoffgaſe eben ſo auffallend, wie das atmoſphäriſche Gas von dieſem. Hieraus folge, daß die

Bestandtheile des atmosphärischen Gases, welche solche nur neben einander lägen, aber gegenseitig zur chemischen Durchdringung tendirten, nicht chemisch mit einander verbunden, sondern gemengt, in einander aufgelöset wären, und nur ein nach chemischer Vereinigung Strebendes, folglich nur eine chemische Verbindung werden wollendes Gemenge ausmachten.

Auch haben neue genauere Versuche gelehrt, daß das Verhältniß der beyden Bestandtheile der atmosphärischen Luft, des Sauerstoffgas und Stickstoffgas nicht so veränderlich ist, als man vormals glaubte. Nach Scheele und Lavoisier, welche den Sauerstoffgehalt auf 0,27 bestimmten, haben zahlreiche Versuche der Herren Cavendish, Berthollet, Fourcroy und Davy dies Verhältniß sehr modificirt, und es auf 0,20 bis 0,23 herabgesetzt. Die sehr genauen Versuche der Herren von Humboldt und Gay-Lussac *) ergeben aber, daß diese Grenzen noch sehr von einander entfernt und weit unter dem Grade von Genauigkeit sind. Nachdem sie vorher bestimmt hatten, daß 100 Theile Sauerstoffgas (dem Volumen nach) nahe 200 Theile Wasserstoffgas zu ihrer Sättigung bedürfen, so war es ihnen auch leicht, genau das Verhältniß des Sauerstoffgas zum Stickstoffgas in der atmosphärischen Luft auszumitteln. Hiebey bemerken sie noch, daß, wenn auch die Menge des Wasserstoffgas um 5 Einheiten zu groß oder zu klein wäre, gleichwohl der Irrthum in der analysirten Luft nicht über 0,003 gehen würde. Die von ihnen analysirte Luft wurde mitten über der Seine in kalter, gemäßigter und regniger Witterung und bey verschiedenen Winden geschöpft. Um so viel als möglich genaue Resultate zu erhalten, wurde die verschiedene, zu verschiedenen Zeiten gesammlete Luft in gut verschlossenen, in Wasser versenkten, gläsernen Gefäßen aufbewahrt,

*) Journal de physique To. LX. p. 129. sq. übers. in Gehlen's neu. allgem. Journal der Chemie B. V. S. 45. ff.

und an einem und demselben Tage geprüft. Diese Prüfung ergab, 1. daß die Verschiedenheiten im Sauerstoffgehalt der Atmosphäre nicht über 0,001 betragen, obgleich die Luft, da sie bey sehr verschiedenen Winden aufgefangen wurde, aus sehr entfernten Ländern kam; 2. daß das Verhältniß des Sauerstoffgas zu den andern Gasarten in der Luft = 21:79 ist. Das erste Resultat, daß die Luft in ihrer Mischung keinen bedeutenden Veränderungen unterworfen sey, ist strenge genau, da es von dem Verhältniß, in welchem Sauerstoff und Wasserstoff Wasser bilden, unabhängig ist, und das zweyte, über das Bestandtheilverhältniß der Luft, kann sich von der strengen Wahrheit auch nicht entfernen.

Da mehrere Physiker manche meteorische Phänomene durch Entzündung des Wasserstoffgases zu erklären gesucht hatten, welches die Atmosphäre enthalten sollte, so suchten auch die Herrn v. Humboldt und Gay-Lussac zu erfahren, ob diese Annahme gegründet sey, und analysirten daher eine künstliche Luft, welche sicher kein Wasserstoffgas enthielt, in Vergleichung mit atmosphärischer Luft; erhielten aber in 6 mit jeder angestellten Versuchen genau dieselben Resultate. Da sie nun noch 0,003 in ihrem Instrumente schätzen konnten, so muß die Menge des Wasserstoffgas in der Atmosphäre, wenn es darinn vorhanden ist, wenigstens nicht auf diese Menge reichen. Das Verhältniß der in der Atmosphäre befindlichen Kohlensäure sollte weit größer seyn; allein wenn ihr Daseyn auf keine andere Art erkannt wurde, als bloß durch Veränderung ihres Volumens, so würde man vielleicht noch nicht wissen, ob sich welche in der Atmosphäre befinde. Daß sich die Kohlensäure um der Atmosphäre anhäufen könne, ob sie gleich bey unendlich vielen Prozessen entwickelt wird, erhellet daher, weil sie durch die Vegetation zersetzt wird; aber eben darum kann es auch Mittel geben, welche der Erde das Wasserstoffgas zurückgeben und es dadurch verhindern, sich in der Atmosphäre anzuhäufen.

Zusatz z. S. 610. Th. II. Daß bey der so großen Menge von Prozessen, welche atmosphärische Luft verschlucken, der Ersatz und die Verbesserung derselben keinesweges durch die Zersetzung des Wassers bey der Vegetation der Pflanzen erfolgen könne, hat James Woodhouse *) durch mehrere Versuche dargethan. Auch Theodor de Saussure β) beschäftigte sich mit diesem Gegenstande, und war im Ganzen der Meinung des Woodhouse. Bey seinen sorgfältig angestellten Versuchen machte er aber dabey die Bemerkung, daß diejenigen Blätter der Pflanzen, die in einer sehr feuchten Temperatur, ohne darum zu leiden, die längste Zeit aushalten konnten, den reinsten, den meisten, und auch am längsten Sauerstoffgas entwickeln. Ueberdem beobachtet er, daß die entbundene Menge vom Sauerstoffgas im Anfange größer, als nachher, sey, und daß die Entwickelung des Stickgas, welches alte Pflanzen, jedoch nur im Sonnenlichte und in geringer Menge, geben, erst alsdenn eintritt, wenn die Blätter, mit dem Sauerstoffgas in Berührung kommen, und die Vegetation geringer wird. Eine Zerlegung des Wassers verwirft er zugleich, jedoch wird das Wasser durch den Vegetationsprozeß in den Pflanzen zersetzt, und Wasser- und Sauerstoff zur Ausbildung der festen Theile verbraucht; erst nach dem Absterben der Pflanzen entweicht von ihnen der Sauerstoffgas.

So wichtig auch alle diese Untersuchungen waren, so reichten sie doch lange noch nicht hin, diesen Gegenstand gehörig ins Licht zu stellen. Dieserwegen machte die Harlemer Königl. Gesellschaft der Wissenschaften die Beantwortung von folgender Frage zur Preisaufgabe: Da nach den neuesten Versuchen die von den Pflanzen ausgehauchte Menge von Sauerstoffgas keinesweges hin-

*) Nicholson's Journal. 1802. p 150. Gilbert's Annalen B. XIV. p 384. ff.

β) Journal de physique Vol. LVIII. p. 393. Chap. 5. Gilbert's Annalen B. XVIII. S. 208.

reicht, um der Atmosphäre alles Sauerstoffgas wieder zu ersetzen, das durch Athmen, Verbrennen, Absorbiren u. s. w. ihr entzogen wird, so frägt es sich, durch welche andere Mittel das Gleichgewicht zwischen den Bestandtheilen der Atmosphäre erhalten wird.

Während dieser Zeit hatte sich Herr Muncke *) mit diesem wichtigen Gegenstande beschäftigt, und seine schätzbaren Arbeiten in ein Paar Vorlesungen in der naturhistorischen Gesellschaft zu Hannover vorgetragen. Die darüber aufgestellte Theorie war bereits von ihm in seinem System der atonästischen Physik entworfen, und in der zweyten Vorlesung erzählt er vorzüglich die neuen Versuche, welche zur Prüfung und Feststellung der Theorie waren angestellt worden. Sie beruht auf einer Reihe von Schlüssen, welche aus den bereits bekannten Erfahrungen sind gezogen worden.

Er führt nämlich an, daß genauen Untersuchungen zu Folge erhelle, daß das Sauerstoffgas der Atmosphäre im Allgemeinen zur Bildung von Wasser und von Kohlensäure verwendet werde, abgesehn von der viel geringern Menge, welche zur Bildung anderer Säuren und Oxyde diene. Die Menge des Wassers und der Kohlensäure vermehre sich aber nicht auf der Erde, wie die Erfahrung lehre; wir müßten also nach der allgemeinen Regel, von der sich stets gleich bleibenden Ordnung der Dinge, annehmen, daß das Sauerstoffgas aus diesen beyden Substanzen wieder hergestellt und der Atmosphäre wieder gegeben werde. Daß nun die Kohlensäure welche immerfort in so großer Menge erzeugt werde, sich wieder mit dem Wasser verbinde, und alsdenn von den Pflanzen zerlegt werde, sey aus den Versuchen Sennebier's und Ingenhouß's als unläugbare Thatsachen erwiesen, und von ihren Gegnern nicht eigentlich widersprochen worden. Ließe sich daher erweisen, daß auch das

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XXXIII. S. 428. ff. und B. XXXIV. S. 296. ff.

Wasser durch die Vegetation zerlegt werde, so würden die größten Schwierigkeiten in der Beantwortung der aufgeworfenen Frage wegfallen. Hätten sich gleich einige wirklich auf diesen Prozeß der Zerlegung des Wassers durch die Pflanzen berufen, so sey man doch endlich wieder darauf zurückgekommen, daß die Quantität des durch Vegetation entwickelten Sauerstoffgas der Consumtion derselben keinesweges gleich komme. Er könne zwar dieser letzten Behauptung nicht widersprechen, jedoch scheine es ihm, daß man auch diejenigen Produkte, welche man bey der Analyse der Pflanzen erhalte, eben so sehr berücksichtigen müsse. Die Pflanzen beständen aus Wasserstoff, Kohlenstoff und etwas Sauerstoff (wenn anders dieser letztere ein beständiger und nothwendiger Begleiter aller Pflanzentheile sey, und nicht vielmehr oft erst bey der Zerlegung aus dem vorhandenen Wasser gebildet werde, und an die Kohle trete). Diese Stoffe seyn nicht bloß den Vegetabilien überhaupt eigen, sondern eine übermäßige Menge vegetabilischer Körper, als die Gräser, Kräuter, Blätter der Bäume u. s. w. erneuerten sich alle Jahre, und vergiengen wieder, um durch die immer wechselnden Verbindungen und Trennungen zu neuen Bildungen vorbereitet zu werden. Da wir keine fortgesetzte Schöpfung aus nichts und keine Verwandlung in Nichts gestatten könnten, so müßten wir, nach einem richtigen Schlusse, annehmen, daß die Bestandtheile vorher irgendwo vorhanden gewesen seyn. Angenommen, daß aller Kohlenstoff, welcher den Vegetabilien in einem gegebenen Zeitraume durch Vegetation zugeführt werde, in der Erde, woraus dieselbe empor kämen, vorhanden gewesen, mit Ausnahme dessen, den sie durch die unbezweifelte Zerlegung des kohlensauren Gas sich zueigneten; so könne der Wasserstoff, den sie enthielten, aus keiner andern Substanz herrührend gedacht werden, als aus dem Wasser, welches zur Vegetation nothwendig erfordert werde, und dessen Sauerstoffgehalt dann als Gas frey werden müsse. Die Menge des auf

dieſe Art frey werdenden Sauerſtoffgas würde 0,85 des durch Vegetation wirklich zerlegten Waſſers ausmachen. Könnten wir alſo das Gewicht alles deſſen, was durch Vegetation, an Blättern, Stauden, Gräſern, Kräutern, Holz u. ſ. w. jährlich wächſt, beſtimmen, und davon das abziehen, was darin an unzerlegtem Waſſer, an Kohlenſtoff und an Erden, Metallkalken, Alkalien u. ſ. w. enthalten ſey; ſo würden wir das Gewicht des Waſſerſtoffs deſſelben, als des alleinigen noch übrigen Beſtandtheils, durch dieſe Rechnung finden; und werde dieſe Zahl $\frac{8}{15}$ oder $5\frac{2}{3}$ Mal genommen, ſo gäbe das die Quantität des durch Waſſerzerſetzung beym Wachſen von Pflanzen frey gewordenen Sauerſtoffs, da das Waſſer aus 0,15 Waſſerſtoff und 0,85 Sauerſtoff beſtehe. Von dem erhaltenen Sauerſtoffe müßte dann allerdings noch diejenige Menge abgezogen werden, die zur Oxygenirung der anderweitigen Beſtandtheile erforderlich ſey; ſie könne aber nicht bedeutend ſeyn.

Da es mit großen Schwierigkeiten verbunden iſt, eine genaue Berechnung über dieſe auf unläugbare Thatſachen ſich gründende Theorie anzuſtellen, ſo führt Herr **Muncke**, ehe er noch ſeine Verſuche erzählt, die er zur Beſtätigung derſelben angeführt hatte, die Hauptmomente an, aus welchen hervorgeht, warum man durch alle zahlloſen frühern Verſuche über dieſen wichtigen Gegenſtand nicht aufs Reine kommen konnte.

1. Hauptſächlich habe man meiſtens die Sache ganz unrecht angefangen, indem man den Pflanzen Blätter oder Zweige abſchnitt, und dieſe unter Waſſer ſperrte, als wenn auf ſolche Art die Vegetation wirklich fortſchreite. Schon durch den ſtarken Waſſerdunſt werde die nothwendige Bedingung, nämlich friſche Vegetation, gehindert; wie vielmehr durch Abſchneiden der Blätter und Einweichen derſelben im Waſſer. Sennebier ſey auf dem Wege geweſen, dieſen Irrthum einzuſehen, indem er gefunden, daß die Blätter, an den Stengel ſitzend, mehr Sauerſtoff aushauchten, als abgeſchnittene.

2. Habe man die Frage übersehn, ob die mit Sauerstoffgas über ihren Sättigungspunkt erfüllte atmosphärische Luft noch eine unbestimmbare Menge Sauerstoffgas aufnehme, und nicht vielmehr dasselbe zur Oxygenirung der gebrauchten Pflanzen verwende, wodurch dann nothwendig ganz entgegengesetzte Resultate zum Vorschein kommen mußten.

3. Hätten vorzüglich Sennebier und Ingenhouß, und mehrere andere auf das Verschlucktwerden der Luft, und insbesondere des Sauerstoffgas von frisch gekochtem Wasser, oder eben gefallenem Regenwasser, gar keine Rücksicht genommen, so wenig als darauf, daß das Wasser die gebundene Luft im Sonnenscheine, oder durch Wärme, häufig wieder freylasse.

4. Habe man nicht genug unterschieden, ob die Einwirkung des Lichtes allein den gehörigen Reiz zur Entwickelung des Sauerstoffgas verursache, oder ob dieses noch durch andere Bedingungen, namentlich durch ununterbrochene Consumtion des Sauerstoffgas und hierdurch verstärkte Anziehung durch das Stickgas erhöhet werde. Herr v. Humboldt wäre dieser Frage und ihrer Beantwortung sehr nahe gewesen.

Alle diese Fehler hat Herr Muncke zu vermeiden gesucht, und besonders zur Beantwortung der Frage: welchen Einfluß hat die Vegetation auf die Wiedererzeugung des Sauerstoffgas der atmosphärischen Luft? eine Reihe von Versuchen angestellt. Um nun bey dieser Untersuchung übereinstimmende Resultate zu erhalten, bestimmte er durch Abwägen mit Queckſilber den Inhalt eines gläsernen Maaßes, und schliff dasselbe unten so lange ab, bis es genau $1\frac{1}{2}$ Par. Duodecimal-Cubikzoll faßte. Mittelst desselben füllte er sodann die Gläser und Glocken, die er brauchen wollte, mit Wasser an, bis sie voll waren, und berechnete hiernach den Inhalt. Zur Prüfung des Gehaltes an Sauerstoffgas bediente er sich des Fontane'schen, von Dalton verbesserten

Eudiometers, und suchte sich unter jedem Umstand für mögliche Irrthümer zu sichern.

Aus seinen ersten Versuchen, die er mit Kressensaamen anstellte, ergaben sich folgende Resultate:

1. Zum Keimen der Saamenkörner ist der Zutritt des Sauerstoffgas unentbehrlich, wie dies auch die zahlreichen Versuche von de Saussure, Senebier, Carradori und andern bereits dargethan haben.

2. Zum Keimen der Saamenkörner gehört nicht allein im Allgemeinen Sauerstoffgas, sondern eine gewisse Quantität desselben; und wenn diese nicht vorhanden ist, so sterben die schon erzeugten Keime wieder ab, welches vorher nicht gehörig beachtet wurde.

3. Die Pflanzenkeime wachsen im Dunkeln schneller empor, als im Tageslichte; sie sind zugleich ausgedehnter, von erweiterten Gefäßen, und von einer mehr wässerigen Structur. Obgleich das schon bekannt genug war, so hat man doch noch nicht untersuchet, ob dies durch die stets gleich bleibende Temperatur und die Länge der Zeit, oder durch das Streben, zu kleinen Lichtquellen zu gelangen, verursachet werde, oder ob blos der Mangel an Licht diese Erscheinung bewirken könne, wie aus seinen Versuchen sehr wahrscheinlich werde.

Wenn endlich die jungen Pflanzenkeime durch Mangel an Licht vergelt und mit Wassertheilen überfüllt sind, und durch übermäßige Ausdehnung ihrer Gefäße die Fähigkeit verlohren haben, die erforderliche Ausdünstung und Gasentwickelung am Tages- und Sonnenlichte auszuhalten, so sterben sie in der Folge auch unter den günstigsten Umständen ab.

Bey der zweiten Reihe von Versuchen, welche direct die Erzeugung des Sauerstoffgas durch die Vegetation betrafen, hatte er dabey folgende Schwierigkeiten zu überwinden, welche die Resultate aller frühern Versuche unrichtig gemacht, und selbst seine Beobachtungen beschränkt haben:

1. Die Pflanzen müssen in ihrer gehörigen Vegetation erhalten werden; denn ein abgeschnittenes Blatt oder eine im bloßen Wasser lebende Pflanze kann ihre Funktionen eben so wenig verrichten, als ein todtes Thier die seinigen. Schon aus diesem Grunde fallen alle Beweise und Gegenbeweise weg, welche sich aus frühern Versuchen ergeben, die man mit Blättern und Pflanzentheilen, die unter Wasser gesperrt waren, angestellet hat.

2. Die umgebende Luft, worinnen die Pflanzen vegetiren sollen, darf allenfalls eine Abnahme, aber keinesweges eine Zunahme an Sauerstoffgas erhalten; denn erstens zeigt eben das constante Verhältniß der Mischung der atmosphärischen Luft, wie die Natur dasselbe liefert, welches das beste für die Vegetation ist; und zweytens ist es nicht zu bezweifeln, daß ein Ueberschuß von Sauerstoffgas die Funktionen der Vegetabilien eben so wohl, als die des thierischen Lebens stört, also gerade dasjenige hindert, was man zu entdecken verlangt. Auch könnte wohl die Verwandtschaft des Stickgas zum Sauerstoffgas in diesem Verhältnisse so stark seyn, daß dieses zur Entwickelung des letztern beförderlich, vielleicht selbst nothwendig wäre. Auch in dieser Hinsicht waren also die frühern Versuche mangelhaft.

3. Endlich muß eine beständige Ausdünstung der Pflanzen und ein steter Zutritt frischer Luft, also eben der Wechsel der umgebenden Atmosphäre, wie er in der Natur statt findet, unterhalten werden, wenn man von den Pflanzen dieselben Funktionen, als im Freyen erhalten, und nicht Gefahr laufen will, verkrüppelte Schwächlinge, statt thätiger Vegetabilien, der Untersuchung zu unterwerfen.

Hier, bemerkt Herr **Muncke** ganz richtig, sey die Klippe, an welcher alle Versuche scheitern. Auch habe bereits **Spallanzani** angeführt, daß alles, was die Funktionen der Vegetabilien betreffe zu den Geheim-

nissen gehöre, welche die Natur am eifersüchtigsten verborgen habe.

Herr Muncke hat diese angeführten Schwierigkeiten so viel als möglich zu beseitigen, und aus der zweyten Reihe seiner Versuche die Quantität des durch die Vegetation der Pflanzen erzeugten Sauerstoffgas so genau als es ihm möglich war zu berechnen gesuchet. Er ließ nämlich Kressensaamen in gehörigen gläsernen Gefäßen an freyer Luft eine Zeitlang vegetiren, verschloß nachher die Gefäße, und war nach einigen fruchtlos angestellten Versuchen endlich so glücklich, daß er durch gut gewählte Vorrichtungen nach und nach 10½ Gran Phosphor in dem eingeschlossenen Raume, worinn die Vegetation der Kresse vor sich gieng, langsam so verbrennen ließ, daß die Mischung der Gasarten in dem Raume sich nicht merklich änderte, mithin die Vegetation der Kresse eben so wie in freyer Luft von statten gieng. Diese 10½ Gran Phosphor hatten nun binnen 22 Tagen 15, 75, Gran oder 37, 285 Cubikzoll Sauerstoffgas verzehret. In dem innern eingeschlossenen Raume waren im Ganzen 72 Cubikzolle Luft vorhanden, welche nach dem constanten Verhältnisse von 0,21 Sauerstoffgas der atmosphärischen Luft, 15, 22 Cubikzoll Sauerstoffgas enthielten. Mithin hatte der Phosphor allein mehr als die doppelte Menge von Sauerstoffgas verzehret, welche in dem eingeschlossenen Raume enthalten war. Es wurden daher von 9 Halmen vegetirender Kresse binnen 22 Tagen wenigstens 29, 725 Cubikzoll Sauerstoffgas erzeugt worden seyn; und da diese nach der gewöhnlichen Bestellung 1½ Quadratzoll einnehmen würden, so käme auf 1 Quadratzoll gewöhnlich bestellter Fläche in 24 Stunden eine Entbindung von 0,900 Cubikzoll Sauerstoffgas.

Dieser und ein anderer ähnlicher Versuch schien doch dem Herrn Muncke nicht genügend. Es war nämlich durch vorhergegangene Versuche von Ingenhouß, Senebier, Spallanzani, de Saussure d. j.

auſſer allem Zweifel geſetzt, daß ſchon Theile von Pflanzen, wie viel mehr alſo die vegetirenden Pflanzen ſelbſt das kohlenſaure Gas zerlegen, welches durch die vielen Prozeſſe des Athmens, des Verbrennens und Säuren in ungeheurer Menge erzeuget wird. Daher war es wünſchenswerther, den Verſuch ſo einzurichten, daß, während das Sauerſtoffgas abſorbirt ward, zugleich kohlenſaures Gas producirt wurde, welches dann durch die Vegetation zerleget werden konnte. Zu einem ſolchen Verſuche glaubte Herr Muncke Stubenfliegen anzuwenden. Er ſetzte daher feſt, daß nach einer Mittelzahl aus mehreren Verſuchen eine Fliege binnen 24 Stunden 0,574 Cubikzoll Sauerſtoffgas conſumire.

Nach dieſer Vorausſetzung ſtellte Herr Muncke mehrere Verſuche mit vegetirender Kreſſe und Haber an, welche in ſchickliche Gefäße geſäet waren, und ſperrte in ſelbige Stubenfliegen ein. Von drey Reſultaten ſeiner Verſuche gab ihm als die wahrſcheinlichſte Beſtimmung die Mittelzahl 1,74 Cubikzoll Sauerſtoffgas, welches in 24 Stunden von einem Quadratzoll Oberfläche entbunden wird, die mit vegetirenden Gewächſen bedeckt iſt.

Setzt man nun mit Herrn Muncke, daß, gering gerechnet 750000 Quadr. Meil. vegetirender Fläche auf der Erdfläche ſind, und nimmt nach Herrn Klügel eine geographiſche Meile zu 22869,6 Pariſ. Fuß, mithin eine Quadratmeile zu 523018604 Quadratfüße an, ſo hätte man auf der Erde zu jeder Zeit 392263953120000 Quadratfüße vegetirender Oberfläche.

Wenn nun nach den Berechnungen aus dem Verſuch mit Phosphor ein Quadratzoll Fläche in 24 Stunden 0,9, alſo 1 Quadratfuß 0,9 . 144 Cubikzoll, oder $0{,}9 \cdot \frac{144}{1728} = \frac{0{,}9}{12}$ Cub. Fuß Sauerſtoffgas entbindet, ſo würde der vegetirende Antheil der Erde in 24 Stun-

den 2941979648400o Cubikfüße Sauerſtoffgas produciren.

Nimmt man mit noch größerer Gewißheit das aus den Verſuchen mit Stubenfliegen berechnete Reſultat an, und multipliciret die obige Zahl mit $\frac{1,75}{12}$, ſo erhält man 57205159830000 Cubikfüße Sauerſtoffgas, als ſo viel die Produktion aller Pflanzen auf der ganzen Oberfläche der Erde, ſo weit ſie mit Pflanzen bedeckt iſt, in 24 Stunden beträgt. Die Mittelzahl, welche aus beyden Berechnungen genommen wird, beträgt etwas mehr als 40 Billionen Cubikfüße.

Was nun die Conſumtion des Sauerſtoffgas auf der Erde betrifft, ſo iſt es unmöglich die Menge derſelben anzugeben. Ein nicht unbedeutender Theil derſelben läßt ſich doch durchs Einathmen der Menſchen beſtimmen. Beträgt nämlich in einer runden Zahl die Menſchenmenge nach Gaspari 900 Millionen, und nimmt man mit Davy an, daß in einer Minute eine Conſumtion von Sauerſtoffgas von 31,6 Cubikzolle für jeden Menſchen beträgt, mithin in 24 Stunden $\frac{24.60.31,6}{1728} = 26\frac{1}{3}$ Cubikfüße, ſo würde dies für alle Bewohner der Erde eine Conſumtion von 23700 Millionen Cubikfüße geben. Demnach betrüge die Conſumtion der Menſchen noch nicht $\frac{1}{1683}$ der Menge von Sauerſtoffgas, welche durch die Pflanzen nach einem Mittel beſtändig fort produciret wird.

Zuletzt führet Herr Muncke ſelbſt noch einige Mängel ſeiner Verſuche an, aus welchen hervorgehet, daß dieſe Berechnungen noch gar keine mathematiſch genaue Reſultate darſtellen, und daß es daher wünſchenswerth iſt, noch mehrere dem ſo wichtigen Gegenſtande entſprechende Verſuche anzuſtellen. Indeſſen laſſen ſie doch mit Recht im Allgemeinen folgende

Schlüsse zu, welche aus allen vorhergegangenen Versuchen nicht so deutlich gefolgert werden konnten:

1. Daß die Vegetation der Pflanzen das einzige Mittel sey, wodurch die aufgezehrte Menge von Sauerstoffgas durch die unendlich verschiedenen Prozesse in der Atmosphäre wieder ersetzet wird, und daß dadurch eine hinreichende Menge dazu geliefert wird.

2. Nimmt man auf das quantitative Verhältniß der Production und Consumtion des Sauerstoffgas Rücksicht, so ist die berechnete Menge der Production allerdings beträchtlich; allein es läßt sich dagegen kein Einwurf machen, daß sie zu groß, oder daß sie zu klein wäre. Denn die Versuche wurden nicht mit solchen Pflanzen angestellet, welchen eine vorzüglich starke Entbindung des Sauerstoffgas eigen ist, wie sie einstimmig den saftigen und harzreichen Vegetabilien zugeschrieben wird, und überdem wurde jedesmal nur eine dünne Fläche beabsichtiget, welche mit der Dicke eines Getreidefeldes oder noch mehr eines Waldes in gar keiner Vergleichung stehen kann. Endlich ist es aber auch, welches das Wichtigste ist, gar nicht möglich, in einem verschlossenen Raume alle diejenigen Bedingungen so zu erreichen, wie sie in der freyen Natur statt finden, namentlich den stets erneuerten freyen Zutritt der Luft und die ungehinderte Ausdünstung der Pflanzen und ihrer Theile, welche den Pflanzen eine größere Thätigkeit in ihren Funktionen, und eine stete Gesundheit verleihen.

3. Daß ganze Strecken als Sandwüsten ohne Vegetation sind, Tausende von Quadratmeilen im Winter öde liegen, und daß endlich unermeßliche Flächen Wasser kein Sauerstoffgas produciren, und daß dennoch auch hier beständig ein hinreichender Vorrath vorhanden ist, kann nicht als ein Gegenbeweis der Theorie angesehen werden. Denn theils die große Verwandtschaft des Stickgas zum Sauerstoffgas, und theils auch die großen Strömungen in der

atmosphärischen Luft sind hinreichend zu erklären, daß allenthalben auf der Erdoberfläche eine gleiche Mischung der atmosphärischen Luft angetroffen wird.

Gas, leichtes brennbares. (Zus. zu S. 614. Th. II.) Die Erzeugung des Wasserstoffgas durch Wasserdämpfe, welche durch eine eiserne glühende Röhre geleitet werden, erklären die neuern Physiker durch die Zersetzung des Wassers in beyde freye Bestandtheile vermittelst der beyden von entgegengesetzter Richtung hereinströmenden Elektricitäten; eben so erhält auch Eisen durch Berührung des Wasserdampfes + E, während dem Dampfe — E bleibt, und beyde E zersetzen auch hier das Wasser.

Gas, schweres brennbares. (Zus. zu S. 621. Th. II.) Die verschiedenen brennbaren Gasarten, welche durch Zersetzung der Pflanzenkörper entwickelt werden, sind erst in den neuern Zeiten näher untersuchet worden. Man hielt sie vormals insgesammt für Kohlen-Wasserstoffgas, bis man endlich die Menge von kohlensaurem Gas, das sie dabey bilden, genauer bestimmte, und fand, daß sie dem zu Folge Sauerstoffgas beym Detoniren hergeben, ihn mithin als Bestandtheil enthalten müssen. Mit Untersuchung der mancherley brennbaren Gasarten haben sich vorzüglich die Herrn Murdoch, Deimon, Paets van Throostwyck, Willi-Henry [α]), Theod. de Saussure [β]), Thomson [γ]), Murrai [δ]) und Bertholler [ε]) beschäftiget. Murdoch stellte bereits im Jahre 1792 eine Reihe von Versuchen über die Menge und die Farben von Gas an, welche aus verschiedenen Substanzen zu erhalten sind. Bey diesen Versuchen bemerkte

α) Gilbert's Annalen d. Phys. B. XXII. S. 58. f. f.
β) Ebendaselbst B. XXIX. S. 283. f. f.
γ) Ebendaselbst B. XXXIV. S. 390. f. f.
δ) System of chemistry.
ε) Nicholson's Journal. for 1807. übers. in Gilbert's Annalen d. Phys. B. XXXIV. S. 417. f. f.

er, daß das Gas, welches beym Deſtilliren von Steinkohlen, Torf, Holz und andern brennbaren Körpern entweicht, mit einem ſehr lebhaften Glanze brennt, wenn es entzündet wird, und kam dabey zugleich auf den Gedanken, dieſes Gas zur Erleuchtung zu benutzen, und wurde der Erfinder der ſo genannten **Thermolampen**. M. ſ. **Gasbeleuchtung** und **Thermolampen**. Es ſchien dem Herrn Henry wichtig zu ſeyn, das Steinkohlengas näher zu prüfen. Er fand, daß das aus Steinkohlen entwickelte Gas beym Verbrennen vor allen andern brennbaren Gasarten die größte Helligkeit giebt, welche der wenig oder gar nicht nachſteht, die man von gutem Spermacetiöhl erhält. Um den Grund dieſer merkwürdigen Erſcheinung einzuſehen, ſtellte er eine Reihe vergleichender Verſuche über das Detoniren dieſes Gas und anderer brennbaren Gasarten mit Sauerſtoffgas in verſchloſſenen Gefäßen an, und ſchloß aus den Producten, die daher entſtanden, auf die Miſchung dieſer Gasarten. Die Hauptreſultate dieſer Verſuche enthält folgende Tabelle:

Beym Explodiren verbanden ſich mit 100 Maas	an Sauerſtoffgas	und es entſtanden kohlenſaures Gas
reinem Waſſerſtoffgas	50 bis 54 Maas	Maas
Gas aus naſſen Kohlen	60	35
— — Eichenholz	54	33
— — getrocknetem Torf	68	43
— — Steinkohle	170	100
— — Lampenöhl	190	124
— — Wachs	220	137
Oehl erzeugendem Gas	284	179

Nimmt man nun an, daß Sauerſtoffgas, welches zu kohlenſaurem Gas wird, ſein Volumen nicht ändert, ſo hat man nur nöthig die Zahlen der dritten Columne von den in der zweyten zu ſubtrahiren, um zu finden, wie viel Sauerſtoffgas ſich mit dem Waſſerſtoffe dieſer Gasarten zu Waſſer verbunden habe. Hieraus erhellet nun, warum das Steinkohlengas ſo viel mehr Licht beym Verbrennen entwickelt, als reines Waſſerſtoffgas oder Kohlenwaſſerſtoffgas aus naſſen

Kohlen; denn es enthält bey gleichem Umfange über dreymal mehr verbrennliche Materie, als das Waſſerſtoffgas, und ebenfalls nahe an dreymal mehr, als das Gas aus naſſen Kohlen.

Herr Henry war ſchon der Meynung, daß die vielen verſchiedenen Arten von Kohlenwaſſerſtoffgas ſchwerlich eben ſo viele verſchiedene Zuſammenſetzungen von Kohlenſtoff und Waſſerſtoff nach verſchiedenen Verhältniſſen ſind, ſondern daß ſie viel mehr Miſchungen aus eigenen einfachen Gasarten ausmachen mögen. Aus obiger Tabelle folgert er aus den zuſammengeſetzten Gasarten folgende vier einfache verbrennliche Gasarten: reines Waſſerſtoffgas, Kohlenwaſſerſtoffgas, gasförmiges Kohlenſtofforyd, und öhlerzeugendes Gas.

Das Steinkohlengas ſcheint ihm größtentheils Kohlenwaſſerſtoffgas zu ſeyn, vielleicht mit etwas Kohlenſtofforyd vermiſcht.

Das Gas, welches man erhält, wenn Waſſerdämpfe durch glühende Kohlen zerſetzet werden, iſt nach Henry wahrſcheinlich eine Miſchung von gasförmigem Kohlenſtofforyd mit Waſſerſtoff, und vielleicht etwas Kohlenwaſſerſtoffgas.

Auch das Gas aus Eichenholz und aus Torf hält Henry für eine Miſchung von gasförmigen Kohlenſtofforyd und von reinem Waſſerſtoffgas.

Das Gas, welches bey der zerſtörenden Deſtillation von Oehl und Wachs entweicht, iſt nach Henry eine Miſchung von öhlerzeugendem Gas und Kohlenwaſſerſtoffgas.

Das öhlerzeugende Gas wurde von den holländiſchen Chemikern, Deiman und Paets van Troostwyk entdeckt. Es wird gewonnen aus 1 Gewichtstheile Alkohol und 4 Theilen Schwefelſäure einer mäßigen Hitze ausgeſetzt, und hat ſeinen Namen erhalten, weil es zu gleichen Maaſſen mit Waſſer gemengt, ſich zu reinem, im Waſſer zu Boden ſinkendem

Oehle vereint. Rein eingeathmet ist es schnell tödtlich, riecht stark und unangenehm und nimmt den Kopf ein.

Das brennbare Gas, welches beym Destilliren von Torf übergeht, hat Thomson näher untersuchet. Diesen seinen chemischen Untersuchungen zu Folge hielt er es für oxygenirtes Kohlen-Wasserstoffgas, weil er es aus Sauerstoff, Kohlenstoff und Wasserstoff zusammengesetzt fand.

Theod. de Saussure fand, daß die verbrennlichen Gasarten, in welche sich Alkohol und Schwefeläther verwandeln, wenn sie durch glühende Porcellainröhren geleitet werden, ebenfalls oxygenirtes Kohlen-Wasserstoffgas sind.

Die zahlreichsten Versuche, und zwar mit brennbaren Gasarten, welche durch Destillation mit nasser Kohle und durch Zersetzung von Oehle und Kampher erhalten werden, hat Herr Bertholet angestellet. Alle diese Gasarten, welche er auch unter abgeänderten Umständen gewonnen hatte, gehörten zu der Classe der oxydirten Kohlen-Wasserstoffgase. Es scheinen ihm die genau untersuchten Gasarten, welche man aus so verschiedenen Körpern und auf so verschiedenen Wegen dargestellet hat, hinreichend zu seyn, um daraus den Schluß zu ziehen, daß alle Gasarten, welche man bisher mit dem Namen Kohlen-Wasserstoffgas beleget hat, für oxygenirtes Kohlen-Wasserstoffgas zu nehmen sind, wie dies schon Murrai vermuthet habe.

Die große Verschiedenheit, welche wir in ihrer Zusammensetzung und in ihrem specifischen Gewichte fänden; je nachdem sie aus andern Körpern und unter andern Hitzgraden entwickelt worden, könnten jedoch nicht daraus erkläret werden, wie es Herr Henry gethan habe, daß sie Mischung aus vier brennbaren Gasarten seyn. Denn 1. sey es eine ganz willkührliche Annahme, daß in den Gasarten, welche man aus Kohle und aus andern vegetabilischen und thie-

rischen Körpern erhalte, reines Wasserstoffgas enthalten sey. 2. Habe man in der Natur noch kein Kohlen-Wasserstoffgas gefunden, und 3. lasse sich nicht annehmen, daß in Gasarten, welche eine große Hitze erlitten haben, öhlerzeugendes Gas gegenwärtig sey; denn dies Gas zersetze sich in der Hitze. Es scheine ihm daher ausser Streit zu seyn, daß die oxygenirten Kohlen-Wasserstoffgase in ihren Mischungsverhältnissen einer unbestimmten Verschiedenheit unterworfen seyn. Einigen dieser Gasarten, welche keine sehr große Hitze erduldet hätten, scheine in der That öhlerzeugendes Gas beygemengt zu seyn.

Ueber das öhlerzeugende Gas, welches mit so viel Sauerstoffgas detonirt, als nöthig ist, um es ganz zu verbrennen, hatte man bisher noch keine genaue Analyse angestellet. In diesem angezeigten Falle zersprengt es beym Detoniren die stärksten Eudiometer, und dieserwegen wurde selbst Berthollet abgehalten, die Bestandtheile desselben zu bestimmen. Weil die holländischen Chemiker gefunden hatten, daß das öhlerzeugende Gas beym Durchtreiben durch ein porcellaines Rohr sich ausdehne, und alle Eigenschaften desjenigen oxygenirten Kohlenwasserstoffgas annehme, welches aus dem Schwefeläther beym Durchtreiben desselben durch ein glühendes Porcellainrohr entsteht; so versuchte er nicht, die vorgenannten Schwierigkeiten zu beseitigen. Nachher wurden aber auch erst die Methoden bekannt, diese Gasarten genau zu analysiren. Herr Theod. de Saussure unterwarf dies merkwürdige Gas einer genauern Prüfung, als alle seine Vorgänger. Er bemerkt, daß die genaue Untersuchung dieses merkwürdigen Gas viel Vorsicht verlange; besonders müsse das ölerzeugende Gas vollkommen trocken und frey von aller atmosphärischen Luft seyn.

Von Herrn Henry wurde das öhlerzeugende Gas in einem von ihm erfundenen Apparate, bey dem man gegen das Zersprengen der Gefäße völlig gesichert ist,

langsam verbrannt; allein nach de Sauſſure hat er aus ſeinen Verſuchen diejenigen Reſultate nicht gefolgert, die aus ihnen über die Beſtandtheile dieſes Gas fließen. Nach den genau angeſtellten Verſuchen des Herrn de Sauſſure ergab ſich, daß das öhlerzeugende Gas, wenn es gehörig bereitet worden iſt, keine merkbare Menge Sauerſtoff enthalten kann; daß es in dieſem Zuſtande einerley ſpecifiſches Gewicht mit der atmoſphäriſchen Luft, oder nur ein ſehr wenig geringeres hat; und daß ein Maas deſſelben beym Verbrennen ungefähr 3 Maas Sauerſtoffgas verzehret, und 2 Maas kohlenſaures Gas bildet. Bey Vernachläſſigung der Bruchtheile beſtehen 100 Gewichtstheile öhlerzeugenden Gas aus 85 Gew. Theilen Kohlenſtoff und 15 Theilen Waſſerſtoff. Hiernach hat alſo de Sauſſure erwieſen, daß das öhlerzeugende Gas das reine Kohlen-Waſſerſtoffgas iſt.

Nach dieſen neuern Bemühungen hat man alſo gefunden, daß ſich der Kohlenſtoff mit dem Waſſerſtoffe in 2 Verhältniſſen verbindet, und damit zwey verbrennliche gasförmige Zuſammenſetzungen bildet. Nämlich mit 85 Theilen Kohlenſtoff und 16 Theilen Waſſerſtoff entſteht das öhlerzeugende Gas, welches ſich bey der trockenen Deſtillation der Steinkohlen, des Papiers ꝛc. ſo wie durch Erhizung von 1 Theile Alkohol und 4 Theilen Schwefelſäure, entwickelt. Die Verbindung von 75 Theilen Kohlenſtoff und 25 Theilen Waſſerſtoff dagegen iſt das in dem Artickel angeführte Gas ſelbſt. Uebrigens zeigen die angeführten Verſuche noch außerdem hinreichend, daß das Gas, welches ſich beym Glühen feuchter Kohlen oder organiſcher Körper in Gefäßen, welche gegen den Zutritt der atmoſphäriſchen Luft geſchützet ſind, ſo wie auch beym Durchtreiben flüchtiger organiſcher Materien durch glühende Röhren bildet, außer den kohlenſtoffhaltigen brennbaren Gasarten, gewöhnlich auch noch reines Waſſerſtoffgas in zum Theil ſehr abweichenden Verhältniſſen enthält.

Gas, Kohlenstofforyd-Gas. (Zus. zu S. 521. Th. VI.) Herr Berthollet *) glaubte selbst nach seinen neuern Untersuchungen, daß dieses Gas aus Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff zusammengesetzt sey. Er glaubte nämlich durch folgenden Versuch die Gegenwart des Wasserstoffs dargethan zu haben: er setzte natürlichen kohlensauren Baryt in einem Platintiegel einer großen Hitze aus, stellte ihn alsdenn schnell, zugleich mit recht trockener Eisenfeile, in eine Porcellainretorte, und gab Feuer. Das gasförmige Kohlenstofforyd, welches sich nun entwickelte, wurde aufgefangen, und in einem recht trockenen und sehr durchsichtigen Eudiometer detonirt. Sah man unmittelbar nach der Detonation durch das Eudiometer, so zeigten sich darinn ziemlich dichte Dünste, und selbst kleine Wassertropfen, welche sich an den Wänden absetzten, aber kurz darauf wieder verschwanden. Dieser Versuch wurde dreymal, und immer mit demselben Erfolge, wiederholt. Zu diesem Versuche hatte Berthollet dasjenige gasförmige Kohlenstoff-Oxyd genommen, welches die kleinste Menge von Wasser enthalten mußte. Er glaubet daher bey der Meynung bleiben zu dürfen, daß dieses Gas einen Theil seiner Eigenschaften einem geringen Antheil von Wasserstoffe verdanke, und daß dieser Antheil variabel sey.

Die Herrn Gay-Lussac und Thenard **) haben dagegen gezeiget, daß das gasförmige Kohlenstofforyd durchaus keinen Wasserstoff enthalten könne, sondern nur eine Verbindung aus Kohlenstoff und Sauerstoff sey, jedoch in einem ganz andern Verhältnisse als in der Kohlensäure. Ihren Versuchen zufolge detonirten alle Mischungen von oxygenirt-salzsaurem Gas mit

*) essai de pratique chimique. sec. Pa. p. 61. suiv. à Observations sur le charbon et les gas hydrogénes carbonés. Paris chez Baudoin. An. X. übers. in Scherer's allgem. Journal der Chemie. B. X. S. 576.

**) Memoires de la societé d'Arcueil. T. II.

den zusammengesetzten Wasserstoff-Gasen, dem Lichte ausgesetzet; nur das gasförmige Kohlenstoffoxyd bewirkt unter denselben Umständen gar keine Veränderung in dem oxygenirt-salzsaurem Gas, welches eben einen vorzüglichen Beweis abgab, daß kein Wasserstoff in dem gasförmigen Kohlenstoffoxyd enthalten seyn könne.

Diese letztere Behauptung, welche auch schon frühere physische Chemiker ausgesprochen hatten, ist durch die neuern Erfahrungen hinreichend bestätiget worden. Ob es gleich nicht ohne Gründe zu vermuthen ist, daß es mehrere Oxyde des Kohlenstoffs gebe, so kennen wir doch bis jetzt nur dies eine, welches in gasförmiger Gestalt erscheinet, und daher auch Carbonoxydgas, Kohlenoxydgas, Kohlenstoffoxydgas, gasförmiges Kohlenoxyd, Kohlensaures Gas genannt worden ist. Nach den verschiedenen Untersuchungen enthält es in 100 Gewichtstheilen nach

	Clement und Desormes	Gay-Lussac	Berzelius
Kohlenstoff	47,3,, 53,05	42,99	44,283
Sauerstoff	52,7,, 46,95	57,01	55,717

Wenn gleiche Theile (dem Volumen nach) von den beyden Gasarten, Kohlenstoffoxydgas und oxygenirt-salzsaures Gas (beyde in möglichst trockenem Zustande) mit einander vermischt, und der Einwirkung des Tageslichtes ausgesetzet werden, so verbinden sich beyde zu einer neuen eigenen Gasart, Salz-Kohlenstoffsäure, welche von John Davy *) entdeckt wurde. Beyde Gasarten, welche im Dunkeln gar nicht auf einander wirken, gerathen durch den Einfluß des Lichtes sehr bald, und, wenn die Sonnenstrahlen unmittelbar auf das Gefäß fallen, augenblicklich in chemische Action; das Kohlenstoffoxyd entzieht der oxygenirten Salzsäure das Oxygen, und verwandelt sich in Kohlensäure, welche sich nun mit der

*) Nicholson's journal. Septemb. 1811.

desoxydirten Salzsäure zu der Salz-Kohlenstoffsäure verbindet, welche beständig die Gasform behält, aber bis zum halben Umfange der beyden Gasarten verdichtet wird. Am besten läßt sich die Mischung bewerkstelligen, wenn man einen Recipienten auf der Luftpumpe möglichst luftleer macht, und dann die beyden Gasarten, welche über salzsaurem Calciumoxyd getrocknet worden sind, in denselben einströmen läßt; jedoch kann sie auch über Queckſilber geschehen, wobey aber immer etwas oxygenirte Salzsäure an das Metall verloren wird.

Dieses neue Gas hat einen höchst reizenden, und erstickenden Geruch, als das Kohlenstofoxydgas, und einen scharfen sauren Geschmack, es röthet die Lackmustinktur, ist nicht brennbar, kann auch das Verbrennen anderer Körper nicht unterhalten. Nach Berzelius ist die Zusammensetzung desselben in 100 Gewichtstheilen 44,785 Kohlensäure und 55,215 Salzsäure.

Herr John Davy hat diesem Gas den Namen Phosgengas (von φως, Licht, und γινομαι) gegeben, weil es in Verbindung mit oxygenirtem Salzsaurem Gas (Chlorine) und Kohlenstofoxydgas durch Einwirkung des Lichtes erzeuget wird.

Weil in diesem Phosgengas die beyden Bestandtheile nur durch schwache Verwandtschaft verbunden sind, so ist dasselbe auch sehr leicht zersetzbar. Es wird schon durch Berührung mit Wasser zersetzt, und es entstehen Salzsäure und Kohlensäure. Wird es mit Wasserstoffgas oder mit Sauerstoffgas einzeln vermischt, so läßt es sich durch den elektrischen Funken nicht entzünden. Vermengt man es aber mit beyden, so daß auf 2 Maas Wasserstoffgas 1 Maas Sauerstoffgas kommt, so erfolgt beym Durchschlagen des elektrischen Funken eine heftige Explosion, und der Gasrückstand besteht aus salzsaurem Gas und kohlensaurem Gas. Auch mehrere oxydirbare Stoffe, deren Oxyde zur Salzsäure eine große Verwandtschaft

haben; als Kalium, Arsenik, Spiesglanz, Zinn, Zink, zerlegen dies Gas (ohne Lichtentbindung), erstéres schon bey gemeiner Temperatur, die übrigen durch Hitze unterstützt.

Mit dem Ammoniakgas verdichtet es sich schnell zu einem weißen Salze, unter Freywerden vieler Wärme. Das entstandene Salz ist völlig neutral, ohne Geruch, von salzigem, stechendem Geschmack, und zerfließt an der Luft.

Brennbare Stoffe, als Phosphor, Schwefel ꝛc. scheinen in diesem Gas keine Veränderung hervorzubringen, wenn sie in demselben sublimiret werden.

M. s. Philosophic. Transact. of the Royal society of London for 1811. P. I. p. 1. u. 163. sq.

Gas, kohlensaures Gas (Zus. zu S. 656. Th. II.) Dies Gas erscheinet im reinen Zustande immer als ein farbenloses, also unsichtbares, Gas, welches einen kaum merklich sauren, stechenden Geruch, und schwach aber angenehm sauren Geschmack besitzet. Nach Lavoisier werden 100 Theile der Luftsäure aus 72 Sauerstoff und 28 Kohlenstoff gebildet, und damit stimmen die genauesten Versuche der Chemiker überein. Es fanden nämlich als Bestandtheile dieser gasförmigen Säure in 100 Theilen

Clement u. Deformes	Allen u. Pepys	Theod. de Saussure	
71,4	71,4	72,89	Sauerstoff
28,6	28,6	27,11	Kohlenstoff
100	100	100	

Nach Biot und Arago ist das specifische Gewicht des kohlensauren Gas 1,5196; das des Sauerstoffgas 1,10359, woraus dann erhellet, daß die Kohlensäure aus 27,376 Kohlenstoff, und 72,624 Sauerstoff zusammengesetzet seyn müsse.

Berthollet glaubet, daß das kohlensaure Gas ausser dem Sauerstoffe und Kohlenstoffe auch noch Wasser enthalte. Zu dieser Annahme berechtigten ihn vorzüglich folgende Erfahrungen:

1. Bey den eigenen Versuchen von Lavoisier über die Bildung des kohlensauren Gas fand stets die Erzeugung von Wasser statt.

2. Daß selbst die aus geglühetem Marmor in der Hitze ausgetriebene Säure, durch Elektrisirung, Wasserstoffgas gab.

3. Daß, wie Withering fand, aus gewissen kohlensauren Salzen, als z. B. aus dem natürlichen kohlensauren Baryt, die Säure durch Hitze nicht ausgetrieben werden konnte, was jedoch mit dem künstlich bereiteten Salze dieser Art, weil es Wasser enthält, sogleich gelang.

4. Weil, wie Priestley zeigte, aus eben dem Grunde der natürliche kohlensaure Baryt sogleich in kohlensaures Gas und Barythydrat zerleget wurde, sobald man Wasserdämpfe darüber streichen ließ, und weil überhaupt die Ausscheidung der Kohlensäure nur dann gelingt, wenn Wasser zugegen ist, oder die Gelegenheit zur Bildung desselben gleichzeitig dargebothen wird.

Aus Vergleichung mehrerer Versuche nimmt Berthollet an, daß in 100 Kubikzollen kohlensaurem Gas 84 Kubikzoll, oder 43 Gran Sauerstoffgas, 16 Gran Kohlenstoff, und 10 Gran Wasser darin enthalten sind; nach Lavoisier sind dagegen in 100 Gran kohlensaurem Gas 72 Gran Sauerstoff und 28 Gran Kohlenstoff enthalten. Dem Gewichte nach würden also diesen Bestimmungen von Berthollet zu Folge 100 Gran kohlensaures Gas bestehen aus:

62,3 Sauerstoff
23,3 Kohlenstoff
14,4 Wasser

100

Das Kohlensäuregas zeigt eine sehr große Neigung, sich noch mit mehrerem Wasser zu verbinden, und wird daher von selbigem begierig eingesogen. Bey gewöhnlicher Temperatur nimmt 1 Maas Wasser 1 Maas

dieſer Gasart auf, bey herabgeſetzter Temperatur oder vermehrtem Druck aber das 2 bis 3 fache, ja, durch letztern, ſelbſt das 6 fache Volumen, und ſtellt damit die tropfbare Kohlenſäure dar. Dieſe farbenloſe Flüſſigkeit röthet, wie das Gas, nur ſchwach und vorübergehend das Lackmuspapier, und wird ſehr leicht zerſetzt. Schon durch mäßige Erwärmung entweicht aus ihr der größte Theil, und durch Sieden auch der letzte Reſt der Säure. Wenn man bey niedriger Temperatur mit der Säure geſättigtes Waſſer in einem wohl verſchloſſenen Gefäße bis zu + 15° Cent. Th. erwärmt, und dann das Gefäß plötzlich öfnet, ſo geſchiehet die Abſonderung jenes Ueberſchuſſes der Säure, welcher bey dieſer Temperatur nicht mehr im Waſſer bleiben kann, ſehr raſch und mit Aufbrauſen, und verurſachet ſo das Mouſſiren, welches man auch bey andern Flüſſigkeiten, welche durch mechaniſche Kraft ein Uebermaas an Luftſäure beſitzen, als z. B. beym Champagner Wein, einigen Biergattungen und Mineralwaſſern, wahrnimmt, ſobald der einſeitige Druck aufgehoben wird.

Das kohlenſaure Gas verbindet ſich übrigens mit allen Alkalien und mit vielen Oxyden zu Salzen, welche die Eigenſchaft haben, faſt von jeder andern Säure, welche ſtärker als die Kohlenſäure vom Waſſer angezogen wird, zerſetzt zu werden, und die Kohlenſäure brauſend und gasförmig zu entlaſſen. Das Verhältniß, in welchem ſich die Kohlenſäure mit den Grundlagen oder Baſen verbindet, iſt verſchieden, und richtet ſich nach dem Grade der Mächtigkeit derſelben. Diejenigen Salzbaſen, welche Alkalien heißen, nehmen von ihr ein ganzes, die übrigen aber nur ein halbes oder viertel Verhältniß auf, und diejenigen Metalloxyde, welche ſich gegen Baſen ſauer und gegen Säuren baſiſch verhalten, verbinden ſich gar nicht mit ihr. Es läßt ſich daher aus dem Verhalten der verſchiedenen Metalloxyde gegen die Kohlenſäure die Natur derſelben,

ob sie nämlich basisch, oder von der andern Beschaffenheit sind, erkennen.

Wird das kohlensaure Gas aber in einer Röhre durch weißglühende Kohle hindurchgeleitet, so verschwindet Kohle, das kohlensaure Gas wird beträchtlich ausgedehnet, und in eine Zusammensetzung umgeändert, welche aber das Kohlenoxydgas genannt wird.

M. s. Essai de statique chimique p. *C. L. Berthollet.* sec. Part. p. 39. und Observations sur le charbon et le gaz hydrogénes carbonés, p. le Cit. *Berthollet.* Paris chez *Baudoin* Germinal an X. Doebereiner Anfangsgründe der Chemie Jena 1819. p. 126. f.

Stickstoffgas. (Zus. zu S. 525. Th. VI.) Das Stickgas wurde im Jahre 1772 von Rutherford, und 1776 von Scheele entdeckt, und vom letztern auch näher untersuchet. Physisch und chemisch verhält sich dies Gas höchst indifferent. Es ist farbe- geruch- und geschmacklos. Das specifische Gewicht desselben verhält sich zu dem des Sauerstoffgases wie 33,75 : 37,5. Das Stickgas verbindet sich direct mit keiner der elementaren Stoffe, ist mithin für sich weder zündend, noch brennbar, aber es läßt sich mit allen einfachen und zusammengesetzten gasförmigen Materien vermischen. Mit diesen sowol, wie mit vielen der festen Elemente, kann es nur durch Mitwirkung mehrerer Kräfte eine chemische Verbindung eingehen.

In unserer atmosphärischen Luft macht das Stickgas einen Hauptbestandtheil aus. Es sind nämlich in 100 Raumtheilen atmosphärischer Luft 80 Raumtheile Stickgas und 20 Raumtheile Sauerstoffgas enthalten. Daß diese beyden Gasarten in der Atmosphäre nicht chemisch mit einander verbunden sind, hatte unter den neuern Chemikern vorzüglich Doebereiner behauptet, wie bereits unter dem Artickel, Gas, atmosphärisches, angeführet ist. Derselben Meynung ist auch Berze-

lius *). Wenn die atmosphärische Luft wirklich ein Oxyd des Stickstoffs sey, so würde sie das erste Beyspiel abgeben, wo ein mechanisches Gemenge völlig dieselben Eigenschaften, wie eine, aus denselben Bestandtheilen zusammengesetzte chemische Verbindung hätte. Denn ein künstliches Gemenge aus 4 Theilen Stickstoffgas und 1 Theil Sauerstoffgas unterscheide sich, seinen chemischen und physischen Eigenschaften nach, durchaus nicht von der atmosphärischen Luft, und daß bey dieser Mengung keine chemische Verbindung eintrete, ergebe sich daraus deutlich, daß dabey weder eine Verminderung im Volumen, noch in der Temperatur vorgehe. Da überdies das Stickstoffoxyd auf Kosten der Luft in salpetrichte Säure verwandelt werde, so müßte ein höheres und mit mehr Sauerstoff gesättigtes Oxyd, ohne Mitwirkung irgend eines fremden Körpers, eine niedrigere Oxydationsstuffe des nämlichen Radikals reduciren können, wofür die Chemie kein entsprechendes Beyspiel anführen könne.

Ob es gleich ziemlich entschieden zu seyn schien, daß sich Wasser nicht in Stickgas verwandeln lasse; so hatte doch Herr D. Peatson mehrere Versuche angestellet, aus welchen das Erscheinen von Stickgas bey dem Zersetzen und Wiedererzeugen des Wassers durch elektrische Entladungsschläge hervorzugehen schien. Um auch diesen streitigen Punkt aufs Reine zu bringen, hatte sich Herr Humph Davy β) einen eigenen Apparat eingerichtet, in welchem eine bekannte Menge Wasser, außer aller Berührung mit atmosphärischer Luft, durch den Strom einer mächtigen Volta'schen Säule schnell zersetzt und wieder gebildet werden kann. Sein erster Versuch schien die Idee zu begünstigen, daß durch starke Elektricität Stickgas aus reinem Was-

*) Lehrbuch der Chemie, aus d. Schwed. übers. von Blöde und Palmstedt. Dresden 1823. 8. S. 255. f.

β) Gilbert's Annalen d. Phys. B. XXXVII. S. 155. ff.

ser erzeuget werde. Allein Hump. Davy kam mit Recht auf den Gedanken, daß im Augenblicke der Detonation die plötzlichen Expansionen und Detractionen, welche auf das Gas wirkten, eine Verbindung mit der atmosphärischen Luft durch die Oeffnungen, die durch die Platindrähte giengen, hätten hervorbringen können. Er wiederholte daher diesen Versuch mit der Vorsicht, daß er den ganzen Apparat in Oehl tauchte, so daß nur die obern Enden der Platindrähte über die Oberfläche des Oehls hinausragten. Hier schien sich der Gasrückstand beym Detoniren minder schnell zu vermehren. Er erhielt den Versuch beynahe 2 Monate lang im Gange. Nach 340 Detonationen betrug der Gasrückstand 0,24 Cubikzoll. Beym Detoniren von 6 Maas desselben mit 3 Maas Sauerstoffgas blieb kein volles Maas Rückstand. Hieraus erhellte nun, daß beym Zersetzen und Wiedererzeugen des Wassers durch Elektricität kein Stickstoff gebildet wird, und daß der Rückstand in diesem Versuche aus Wasserstoffgas bestand.

Ueberdem wiederholte und stellte Davy noch eine große Menge anderer chemischen Versuche an, bey welchen man behauptet hatte, daß sich Wasser wirklich in Stickstofflust verwandele. Allein alle seine mit Genauigkeit gemachten Versuche gaben ihm das sichere Resultat, daß sich reines Wasser nie in Stickgas verwandeln lasse.

Dagegen scheinen aber andere chemische Versuche, besonders mit dem Ammoniak, die Folge zuzulassen, daß der Stickstoff kein einfacher oder elementarer Stoff sey. Hievon s. m. den Artikel, Stickstoff.

Gas, phosphorisches (Zus. z. S. 669. Th. II.) Nach den neuern Untersuchungen verbindet sich der Phosphor mit dem Wasserstoffe in zwey bekannten Verhältnissen, wovon das eine Phosphorwasserstoff im Maximum, und das andere Phosphorwasserstoff im Minimum benannt worden ist. Das erstere ist das im Artikel beschriebene Gas. Beyde wurden eigentlich von

Gengembre entdeckt; das erstere aber fesselte die Aufmerksamkeit der Chemiker und Physiker so sehr, daß das letztere eine lange Reihe von Jahren hindurch nicht näher untersuchet wurde, bis endlich Davy, Gay-Lussac und Thenard die eigenthümliche Verschiedenheit desselben erwiesen. Das specifische Gewicht des Phosphorwasserstoffgases im Maximo ist nach Hum. Davy 0,8700, das der atmosphär. Luft = 1 gesetzt. In 100 Gewichtstheilen enthält es nach

	Thomson,	Davy,	Bischof
Phosphor	92,31	90,9	90,804
Wasserstoff	7,69	9,1	9,196
	100	100	100

Das Phosphorwasserstoffgas im Maximo wird bey verschiedenen Gelegenheiten gebildet, als 1. bey der Zerlegung des Wassers durch gleichzeitige Einwirkung des Phosphors und metallischer Substanzen, wie: der Alkalien und einiger Metalloxyde, z. B. des Zinkoxyds u. s. f. 2. Bey der Fäulniß feuchter organischer Substanzen, wobey dasselbe, ohne Zweifel durch seine Selbstentzündung, die Erscheinung der Derwische, und die Erscheinung der freywilligen Entzündung mancher organischen Substanzen, z. B. des Heues, veranlaßt. Für die Zwecke des Chemikers wird es aber außer den im Artikel angezeigten Methoden noch auf andere mannigfaltige Arten gewonnen. So erzeuget es sich 3. durch Einwirkung einer Mischung aus 6 Theilen Schwefelsäure und 10 Theilen Wasser auf ein Gemenge von 1 Theile Phosphor und 2 Theilen Zink, beyde im gekörnten Zustande; wobey der im Uebergang zur Gasform begriffene Wasserstoff mit einem Theile des Phosphors zu jenem Gas verbunden wird. Die Zersetzung dieses Gases kann auf mancherley Art erfolgen: durch Licht; durch Elektricität, wenn man sie anhaltend durch dasselbe schlagen läßt; durch Schwefel, wenn er im geschmolzenen Zustande auf das Gas wirket, wobey dieses zerleget wird, und Schwefelphosphor und Schwefelhy-

drogen entsteht; durch Kalium oder Zink, welche in dem Gas erhitzt Phosphorkalium oder Phosphorzink bilden, und den Wasserstoff mit um $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ vermehrtem Volumen ausscheiden; durch Metalloxyde, als Bley- Kupfer- Queckſilber- und Silberoxyd, womit das Gas zu Phosphormetallen und Wasser zerleget wird; durch oxydirte Salzsäure, welche mit dem Gas gemischt, eine Entzündung mit grüngelber Flamme veranlaßt, und salzsaure Phosphorsäure und freye Salzsäure hinterläßt; u. s. f.

Auch verbindet sich das Phosphorwasserstoffgas im Maximo mit einigen andern Substanzen; als zuerst mit Kohlenstofforydgas zu Phosphorhydrogen-Kohlenstofforyd (gekohltem Phosphorwasserstoffgas) welches zuerst von Trommsdorff α), und dann auf einem andern Wege durch v. Grotthuß β) entdeckt wurde. Nach Trommsdorff wird dasselbe jederzeit gewonnen, wenn man Phosphorsäure durch Kohle zersetzt, wobey es mit Kohlensäure zugleich entsteht, und von dieser durch Schütteln mit Kalkmilch, welche die Kohlensäure absorbirt, gesondert werden kann. Dieses Phosphorhydrogen-Kohlenstofforyd ist gasförmig, farbenlos, am specifischen Gewicht der Atmosphäre fast gleich; es riechet wie faules Fischwasser, ist im Wasser unauflöslich, kann das Brennen anderer Körper nicht, auch nicht das Athemholen unterhalten; ist aber selbst entzündlich, und verbrennt langsam und mit weißer Flamme zu Wasser, Kohlensäure und Phosphorsäure. Von Grotthuß erhielt diese Gasart ebenfalls durch Digestion des Phosphors mit Kaliumoxyd und Alkohol, wobey aber zugleich am Boden der Flüssigkeit ein öhlartiger Körper gebildet wurde.

Eine zweyte Verbindung des Phosphorhydrogen-Kohlenstofforyd erfolget mit der Jodsäure, welche Dulong zuerst entdeckte, von Hutten, Labillardiere und Gay-Lussac näher untersuchet wurde. Sie entsteht,

α) Journal der Pharmacie B. X. S. 50.

β) Annales de Chimie. T. XLIV. p. 40.

wenn man beyde Bestandtheile in Gasform in einer, auf der pneumatischen Wanne über Queckſilber ſtehenden Glocke zuſammenſtrömen läßt; wobey ſie ſich in würflichten Kryſtallen an den Wänden der Glocke abſetzt.

Der Phosphorwaſſerſtoff im Minimum wird auch Portogaphosphortes Waſſerſtoffgas, waſſerſtoffphosphorttiges Gas genennt, und iſt ebenfalls gasförmig. Es riechet weniger unangenehm als das im Maximum, und iſt 12 mal ſchwerer als Waſſerſtoffgas. In 100 Gewichtstheilen ſoll es enthalten

	nach Davy	nach Biſchof
Phosphor	83,333	83,156
Waſſerſtoff	16,667	16,844
	100	100

Es röthet das Lackmuspapier nicht, und unterhält nicht das Verbrennen anderer Körper, iſt aber ſelbſt brennbar, ohne jedoch durch die Berührung mit der Atmoſphäre von ſelbſt entzündet zu werden. Erhitzt man es aber in Berührung mit Sauerſtoffgas bis zu ohngefähr 300° Fah. ſo explodirt es mit Heftigkeit. Es wird dies Gas gewonnen durch Zerlegung des Phosphorwaſſerſtoffs im Maxim. mittelſt Einwirkung des Lichtes, und des Queckſilbers.

M. ſ. Handbuch der allgemeinen und techniſchen Chemie von Meißner. B. II. §. 774. ff. Anfangsgründe der Chemie von Doebereiner. §. 152.

Gas, ſalpeterartiges (Zuſ. z. S. 675. Th. II.) Nach den vielfältigen Verſuchen der Chemiker verbindet ſich der Stickſtoff mit dem Sauerſtoffe, mehrere noch problematiſche Verbindungen deſſelben ausgenommen, in fünf verſchiedenen Verhältniſſen, welche nach dem neuern Sprachgebrauche Stickſtoffſuboxyd, Stickſtoffoxydul, Stickſtoffoxyd, ſalpetrigte Säure und Salpeterſäure genennt werden. Die drey erſten ſind gasartig, und bilden drey merkwürdige Gasarten. Das Stickſtoffſuboxyd iſt nämlich unſere atmoſphäriſche Luft. Das Stickſtoffoxyd iſt das im Artikel angeführte Gas (Azot-

oxydgas, Stickstoffoxydgas, gasförmiges Stickstoffoxyd, oxydirtes Salpeterstoffgas). Das specifische Gewicht desselben ist, das der atmosphär. Luft = 1 gesetzt, nach Berard 1,0388. In 100 Gewichtstheilen enthält es nach

	Lavoisier,	Dalton,	Gay-Lussac und Davy	Berzelius
Stickstoff	32	42	46,43	46,75
Sauerstoff	68	58	53,57	53,25
	100	100	100	100

Am reinsten wird dies Gas gewonnen, wenn man Kupfer oder Queckſilber in der Wärme in gewöhnlichem Scheidewasser auflöset. Die Auflösung geschieht in einer kleinen Retorte, die so viel als möglich gefüllt wird, ohne daß die Masse beym Kochen überlaufen kann, und das Gas wird nicht eher aufgefangen, als bis die atmosphärische Luft aus dem Gefäße getrieben ist, welches Statt findet, wenn das Innere der Retorte nicht mehr roth gefärbt wird. Uebrigens muß das Gas über kochendem Wasser aufgefangen werden, damit es nicht durch den Stickstoffgehalt der im Wasser enthaltenen atmosphärischen Luft verunreiniget wird.

Das Stickstoffoxydul ist das im Artikel bezeichnete dephlogistisirte Salpetergas (Azotoxydulgas, Stickstoffoxydulgas, oxydulirtes Salpeterstoffgas, Lustgas, salpetrigtes Oxyd). Dies Gas enthält in 100 Theilen nach

	Deiman	Dobereiner,	Davy,	Berzelius
Stickstoff	62,5	64,28	63,4	63,72
Sauerstoff	37,5	35,72	36,6	36,28
	100	100	100	100

Dies Gas läßt sich längere Zeit hindurch einathmen, und verursachet dabey auf verschiedene Subjekte auch verschiedene Wirkungen. Davy, Tennant und mehrere andere Chemiker und Physiker empfanden beym Einathmen dieser Gasart, nach einem kleinen Schwindel, überaus angenehme Gefühle, große Lebhaftigkeit, einen unwiderstehlichen Drang zur Bewegung, und endlich deut-

liche Merkmahle einer Berauschung; daher dies Gas Lustgas benannt wurde. Proust, Vauquelin, Thenard und viele andere dagegen wurden von höchst unangenehmen Empfindungen, nämlich von Betäubung, Angst, Doppelsehen, Kraftlosigkeit, und endlich von heftigen Ohnmachten befallen, und es blieb Kopfschmerz zurück, welcher mehrere Stunden lang fortdauerte. Berzelius aber und dessen Freunde empfanden, außer einem die Lunge ausfüllenden süßen Geschmack, weder angenehme noch widrige Eindrücke, wenn das Gas ganz rein bereitet wurde, woraus auch Berzelius schloß, daß die von andern wahrgenommenen Wirkungen blos der Beymischung fremdartiger Substanzen zuzuschreiben seyn.

Am reinsten wurde dies Gas durch Erhitzung des salpetersauren Ammoniaks erhalten. Wird es mit einem gleichen Volumen Wasserstoffgas vermischt, so kann es durch den elektrischen Funken zersetzet werden; es entsteht Wasser und Stickgas bleibt zurück.

M. s. Recherches physico – chimiques. To. I. p. 166. Thenard traité élémentaire de Chimie Vol. III. p. 129. Lehrbuch der Chemie von Berzelius, aus d. Schwed. übers. p. 451. u. f. Handbuch der allgemeinen und technischen Chemie von Meissner B. II. S. 344. f. f. Dobereiner Anfangsgründe der Chemie. §. 107. f. f.

Gas, salpetersaures (Zus. zu S. 680. Th. II.) Dieses Gas kann für sich und im isolirten Zustande nur dargestellt werden, wenn man Stickstoffoxydgas mit $\frac{1}{4}$ seines Volumens Sauerstoffgas mischt, und das Gemisch stark abkühlt, wobey die Gase, nach Dulong's Versuchen, sich zu einer dunkelgrünen, sehr flüchtigen Flüssigkeit verdichten.

Mischt man diese Säure mit Wasser, so wird sie zum Theil zersetzt, es wird gasförmiges Stickstoffoxyd mit heftigem Aufbrausen entwickelt, und eine Verbindung von Salpetersäure, salpetrichter Säure und Wasser gebildet. Dieselbe Zerlegung erfolget, wenn man sie

mit Alkalien oder Erden zu verbinden versucht. Ueberhaupt wird die salpetrichte Säure weit leichter als die Salpetersäure zerleget; daher besitzt auch eine Salpetersäure, welche salpetrichte Säure enthält, ein größeres Vermögen, andere Körper zu oxydiren, als die reine Salpetersäure.

Gas, salzsaures (Zus. zu S. 683 Th. II.) Die ältere antiphlogistische Ansicht, nach welcher die Salzsäure als eine Sauerstoffsäure betrachtet wird, ist in den neuern Zeiten, besonders von Hump. Davy, heftig bestritten worden, und es haben sich daher die Chemiker, in Hinsicht der Erklärung über die Natur der Salzsäure, in zwey Theile getheilet. An der Spitze des erstern steht Berzelius, und an der Spitze des andern Humphr. Davy. Davy hatte nämlich gefunden, daß das Salzsäure-Superoxydul (sonst dephlogistisirte Salzsäure: m. s. Salzsäure, Salzsäure, dephlogistisirte), selbst bey der höchsten Temperatur, welche er hervorzubringen vermochte, von der Kohle nicht zerleget werde, und daraus zog er die Folge, daß das Salzsäure-Superoxydul keinen Sauerstoff enthalten könne, sondern vielmehr ein einfacher Körper seyn müsse. Ueberdem fand auch Davy, daß, wenn er bey Glühehitze das Superoxydul von einem oxydirten Körper z. B. Bleyoxyd, verschlucken ließ, dabey eine Quantität Sauerstoffgas, welche immer der im Oxyde enthaltenen gleich sey, entwickelt, und zugleich salzsaures Bley gebildet werde. Diese Erscheinung erklärte er so: das metallische Bley besitze gegen das Superoxydul eine stärkere Verwandschaft, verbinde sich daher mit demselben zu salzsaurem Bley, und der dadurch frey gewordene Sauerstoff trete mit dem Wärmestoffe zum Sauerstoffgas zusammen. Er nannte diesen einfachen Körper Chlorine (von dem griechischen Worte, χλωρος, blaßgrün, gelblichgrün), welches nachher kurz mit Chlor ausgedrückt worden. Nach dieser Theorie besteht also das salzsaure Gas aus Chlor und Wasser-

ſtoff, ſo daß das Chlor die Säurebaſis, und der Waſſerſtoff den ſäurenden Stoff (gleich dem Sauerſtoff) bey andern Säuren bildet. Es iſt daher das ſalzſaure Gas (im Gegenſatz der Sauerſtoffſäuren) eine Waſſerſtoffſäure. Sie wird Chlorinwaſſerſtoffſäure oder Hydrochlorinſäure genennt. In 100 Gewichtstheilen enthält ſie

	nach Davy	nach Bischof
Chlor — —	97,1	97,089
Waſſerſtoff	2,9	2,911
	100	100

Nach der ältern Theorie, welche beſonders von Berzelius mit ſtarken Gründen vertheidiget wird, iſt das ſalzſaure Gas waſſerhaltige Salzſäure, welche dadurch entſteht, daß die zu ihrem Austreiben benutzte Schwefelſäure ihr Waſſer gegen das Natron des Kochſalzes austauſcht, daß mithin, weil das Gemiſch von der Zerlegung aus waſſerhaltiger Schwefelſäure und ſalzſaurem Natron beſtand, nachher waſſerhaltige Salzſäure und ſchwefelſaures Natron gebildet wird. Bis jetzt iſt es noch nicht gelungen, die Salzſäure in waſſerfreyer iſolirter Geſtalt darzuſtellen, und man hat gefunden, daß ſie nur durch waſſerhaltige Säuren aus ihren waſſerfreyen Verbindungen ausgetrieben werden kann. Durch waſſerfreye Säuren wird ſie dagegen nicht ausgetrieben, wenn ſie nicht irgend einen andern Körper findet, mit welchem ſie ſich verbinden kann: ſolche Körper können übrigens ſowohl Sauerſtoff und Waſſer, als auch andere Oxyde ſeyn. Nach Berzelius iſt die Salzſäure aus einem hypothetiſch angenommenen Stoff, Murium (Salzſäureſtoff) und Oxygen, zuſammengeſetzt, und in 100 Gewichtstheilen ſalzſaurem Gas ſind 75,31 Th. Salzſäure und 24,69 Theile Waſſer enthalten. Dieſe Beſtandtheile des ſalzſauren Gas ſind dadurch ausgemittelt worden, daß wenn irgend ein Metall ſich auf Koſten des Waſſers in trockenem ſalzſaurem Gaſe oxydirt, das Waſſer genau diejenige Menge Sauerſtoffgas

abgiebt, die dazu erfordert wird, um mit einem Theile des Metalls und der wasserfreyen Säure ein neutrales Salz zu bilden, so daß das Wasser in dieser Verbindung dieselbe Menge Oxygen, wie jedes andere Oxyd enthält, durch welches die Säure neutralisiret werden kann. Die Entdeckung dieses Umstandes mit der wasserhaltigen Salzsäure leitete nachher zu der Entdeckung desselben Verhaltens bey andern wasserhaltigen Säuren.

Uebrigens bemerket **Berzelius**; daß bey einer genauern Prüfung der von **Davy** und seinen Anhängern neu hervorgegangenen Theorie auf der einen Seite sey gefunden worden, daß, mit Ausnahme der nicht gelungenen Zerlegung der Superoxyduls durch glühende Kohle, nicht eine einzige Erscheinung zur Verwerfung der ältern Theorie Anlaß gebe, daß aber auf der andern Seite die neue auch nicht anders widerlegt werden könne, als durch die noch nicht bewirkte Reduction der Salzsäure und ihres Superoxyduls auf niedrigere Oxydationsstuffen oder auf ihr brennbares Radikal selbst. Wenn man aber beyderley Erklärungen in Bezug auf die übrige chemische Theorie mit einander in Vergleichung stelle, so finde man, daß sie die Erscheinungen auf eine gleich wahrscheinliche Art erklärten, so daß es ganz gleich seyn könne, welcher von beyden man vorzugsweise folgen solle. Weitere Bestimmungen dieses Gegenstandes sehe man in den Artikeln: **Salzsäure, Salzsäure dephlogistisirte.**

M. s. Lehrbuch der Chemie von **Berzelius**, a. d. Schwed. übers. von **Blöde** und **Palmstaedt**. Dresden 1823. 8. S. 486. ff.

Gasbeleuchtung (M. A.) ist eine Vorrichtung, wodurch man mittelst des Kohlen-Wasserstoffgas oder Kohlengas Privat- und öffentliche Gebäude und Straßen beleuchten kann.

Nachdem man überzeugt war, daß bey der zerstörenden Destillation brennbarer Körper auch brennbares Gas erzeuget wird, so fiel man zugleich auf den Ge-

danken, dieſes Gas zur Erleuchtung der Zimmer zu gebrauchen. Die erſte Anwendung des Kohlengaſes zur Erleuchtung ſoll von Murdoch gemacht worden ſeyn. Im Jahre 1792 fieng Herr Murdoch, welcher ſich damals zu Redeuth in Cornwallis aufhielt, eine Reihe von Verſuchen über die Beſchaffenheit und Menge des Gaſes an, welches aus verſchiedenen Subſtanzen zu erhalten iſt. Bey dieſer Gelegenheit bemerkte er, daß das durch Deſtillation aus Kohlen, Torf, Holz und andern brennbaren Subſtanzen erhaltene Gas entzündet mit einem ſehr lebhaften Glanze brennt, und kam dadurch auf den Gedanken, daß es durch Röhren geleitet, als ein wohlfeiler Stellvertreter der Lampen und Lichter dienen könnte. Die Deſtillation geſchah in eiſernen Retorten, und das Gas wurde durch verzinnte eiſerne und kupferne Röhren 70 Fuß weit geleitet. Am Ende der Röhre ſowohl als auch an mehreren Zwiſchenöffnungen derſelben von verſchiedener Größe und Geſtalt drang das Gas heraus, wo es angebrannt wurde. Es entſtanden lange feurige Strahlen, oder Ringe, wie in Argand's Lampe, oder eine Feuermaſſe über einer Art von Gießkannentille. Mit dieſem Gaſe füllte er Blaſen, Schläuche von Leder und geſirnißter Seide, und Blechgefäße, ſteckte das Gas über ihnen an, und gieng dann damit von Zimmer in Zimmer, um ſich zu überzeugen, in wiefern es die Stelle eines beweglichen und tragbaren Lichtes möchte vertreten können. Gleichzeitig ſtellte er auch Verſuche über die aus verſchiedenen Steinkohlenarten zu entwickelnde Menge und Beſchaffenheit des Gaſes an.

Die vielen Geſchäfte verhinderten Herrn Murdoch damals, dieſen Gegenſtand weiter zu verfolgen; erſt im Jahre 1797 wiederholte er ſeine Verſuche mit Kohlen und Torf zu Old-Cumelack in Byrſchier. Endlich erbauete er im Jahre 1798 zu Sohofoundry einen Apparat, welcher mehrere Nächte hinter einander zur Erleuchtung gebrauchet wurde; und damals wurden die Ver-

ſuche mit verſchiedenen Oeffnungen mehr im Großen wiederholet und erweitert. Auch wurde es verſuchet, das Gas auf mancherley Art zu waſchen und zu reinigen, um es vom Rauch und Geruch zu befreyen. Dieſe Verſuche wurden mit mehreren zufälligen Unterbrechungen fortgeſetzt, bis im Frühlinge 1802 der Friedensſchluß zu Amiens, für deſſen Feyer die Soho-Manufactur illuminiret werden ſollte, Gelegenheit gab, dieſe neue Art von Beleuchtung öffentlich zu zeigen, welche ſo ausfiel, daß ſie die vorzüglichſte Zierde dieſer Feyerlichkeit wurde.

Im Jahre 1803 und 1804 wurde dieſe neue Erleuchtungsart von Herrn Wilſon im Lycäum zu London im allgemeinen erkläret; aus dem Erzeugungsapparat aber nebſt der Reinigungsart des Gaſes machte er ein Geheimniß. Er erläuterte die Art das Gas durch ein Haus zu leiten, und zeigte eine Menge von Muſtern zu Leuchtern, Lampen und Röhrenmündungen zu dieſem Zwecke vor. Unter andern machte er den Vorſchlag, das Gas durch lange biegſame Röhren, welche von der Decke oder den Wänden des Zimmers herabhingen, und am Ende mit Lampen oder Brennmündungen von verſchiedener Art verbunden wären, zu leiten. Eben ſo zeigte er durch Verſuche, daß die Flamme des Gaslichtes keinen Rauch giebt, daß ſie weniger gefährlich iſt, als Lampen- und Lichtflammen; daß ſie keine Funken werfen kann, und daß ſie durch Windſtöße und Regen nicht ſo leicht verliſcht.

Indeß hatte ſich auch im Jahre 1799 der Ingenieur für Straßen- und Brückenbau, Herr Lebon in Frankreich mit der Benutzung des Gaslichtes zu ökonomiſchen Zwecken beſchäftiget, und im Winter 1802 zu Paris ein ganzes Haus mit Gas erleuchtet, welches von Tauſenden mit Bewunderung geſehen wurde, und er erhielt von der franzöſiſchen Regierung ein Patent über die Kunſt, durch in verſchloſſenen Gefäßen verkohltes Holz, Licht hervorzubringen.

Bey allen diesen Bemühungen schien doch anfänglich dieser Gegenstand keinen sonderlichen Fortgang zu haben, und in Deutschland fand man den Vorschlag des Herrn Lebon, die Brennmaterialien nicht allein zu ökonomischen Zwecken und zugleich zur Gasbeleuchtung zu benutzen, eben nicht sonderlich annehmlich. Endlich machte in England im Jahre 1805 Herr Northern in Leeds das Publikum auf die Anwendung des Kohlengases, als Stellvertreter des Talglichtes, von neuem aufmerksam, und hoffte, daß irgend ein Chemiker eine Vorrichtung angeben würde, große Faktoreyen und andere Anstalten mit Gaslicht zu erleuchten, wodurch weit geringere Kosten erforderlich wären, als die Oehlbeleuchtung verursache.

Nicht lange darauf theilte der Ingenieur Herr Samu. Clegg in Manchester, der Gesellschaft der Künste einen Bericht über seine Methode Manufacturen mit Gas zu beleuchten mit, und erhielt dafür die silberne Medaille.

Im Jahre 1808 übergab Herr Murdoch der Königl. Societät seine Abhandlung über die Anwendung des Gaslichts, und erhielt dafür die Graf Rumfordsche Medaille.

Von dieser Zeit an suchte man in England die Gasbeleuchtung in Manufacturen, in öffentlichen Läden, Zimmern von Privathäusern, in Küchen, in Niederlagen u. s. f. allgemeiner einzuführen. Nach der Zeit hat man sich auch in Deutschland an einigen großen Oertern der Gasbeleuchtung auf Straßen und in öffentlichen Gebäuden bedient.

Um im Kleinen die Gasbeleuchtungsart deutlich zu machen, dienet folgender Apparat: A (fig. 8.) ist eine Retorte von gegossenem Eisen, wie sie zu chemischen Operationen im Kleinen üblich ist. Diese Retorte ruhet auf einem Dreyfuß von geschmiedetem Eisen, welcher auf die Stangen des Rostes des chemischen Ofens gestellet wird. In diese Retorte werden die Kohlen geschüttet, aus welchen das Gas entbunden werden soll.

Sie ist mit einem starken eisernen Stöpsel verschlossen, welcher luftdicht in ihre Mündung befestiget wird; und dieser Stöpsel wird durch einen mitten darüber hinlaufenden eisernen Keil an seiner Stelle festgehalten. Vermittelst dieses andrückenden Keils kann die Mündung der Retorte leicht luftdicht verschlossen werden, so wie durch dessen Herausziehen der Stöpsel ohne Schwierigkeit geöffnet werden kann. B ist eine metallene Röhre, welche alle Producte der Destillation aus der Retorte in den Reiniger Fig. 9. leitet.

Dieser Reiniger ist in drey verschiedene Abtheilungen C, D, E getheilt. Die erste Abtheilung C ist mit Wasser gefüllt, und dient eine luftdichte Gemeinschaft mit der Retorte zu unterhalten. Die zweyte Abtheilung D enthält eine Auflösung von ätzendem Alkali aus etwa zwey Theilen Potasche und 16 Theilen Wasser bestehend, oder auch eine Mischung von ungelöschtem Kalk und Wasser von der Consistenz einer dünnen Sahne. Der Zweck dieser Abtheilung ist, das nicht brennbare Gas und andere bey der Destillation übergehende fremdartige Bestandtheile von dem gekohlten Wasserstoff- oder Kohlengas zu trennen, und es auf diese Art zum Gebrauch geschickt zu machen. Die dritte untere Abtheilung E bleibt leer, um darin den Theer oder andere Fluida anzusammlen.

In die erste Abtheilung C werden alle durch die Destillation sich entwickelnde gasartige und flüssige Uebergänge durch die Röhre B geführet. Der Alkalibehälter D ist mit einer weiten perpendiculären Röhre versehen, welche dazu dienet, eine luftdichte Communication mit der Retorte zu bilden, indem sie so eingerichtet seyn muß, daß die Röhre B willig hindurchgeht. Aus dem ersten Behälter C werden die flüssigen und gasartigen Produkte in den Theerbehälter oder in die Abtheilung E geführet. Der Theer und die dichtern Substanzen bleiben nun in E zurück, während die leichtern Gasarten allein aus dieser Abtheilung E durch die

aufsteigende Röhre G sich erheben, und dann wiederum durch die am Ende verschlossene Röhre H in die Abtheilung D geleitet werden. Auf diese Art wird das Gas aus der Abtheilung E aufwärts in die Röhre G, und dann wieder abwärts in die Abtheilung D geleitet, und in Berührung mit dem in dieser Abtheilung enthaltenen Reinigungs-Liquor gebracht, wo es einem Drucke entgegenwirkt, welcher sich wie die perpendikuläre Höhe obiger Liquor-Säule verhält. Der Trichter in der Abtheilung C ist bedeutend höher als der Reinigungsapparat, erlaubt also der darin enthaltenen Flüssigkeit dem Druck des Gases nachzugeben, darin aufzusteigen ohne überzulaufen, und wiederum zu sinken, wenn der Druck nachläßt. I ist ein anderer Trichter mit einer weiten Oeffnung, wodurch die Abtheilung D mit der alcalinischen oder Kalkauflösung gefüllt wird. Solchergestalt wird das durch die Destillation entwickelte Kohlensaure Gas und das geschwefelte Wasserstoffgas gezwungen, sich mit dem Alkali oder Kalk in der Abtheilung D zu verbinden, wo es kohlen- und hydrotion sauren Kalk bildet. Das hierdurch mehr oder weniger gereinigte gekohlte Wasserstoffgas, wird nun durch die Röhre K in den Gassammler Fig. 10. geführt. Die Verbindung des Reinigers Fig. 9. mit dem Gassammler Fig. 10. wird durch ein gewöhnliches Wasserventil α bewirkt, welches so angebracht ist, daß die Communicationsröhre x ohne Schwierigkeit beliebig weggenommen werden kann.

M ist ein Hahn zum Ablassen des Theers u. s. w. N ist ein anderer Hahn um die Höhe der Flüssigkeit in der Abtheilung D zu reguliren.

Der Gassammler Fig. 10. dessen Zweck die Aufbewahrung des Gases ist, besteht wiederum aus zwey Haupttheilen, nämlich einem großen Gefäß im Innern, welches die Bestimmung hat, das Gas aufzunehmen, und einem äußern noch größern Gefäß oder Cisterne, in welchem das vorerwähnte aufgehängt ist, und welches dazu dienet, Wasser aufzunehmen, um das Gas einzusperren.

Das innere Gefäß oder der Gasbehälter ist durch Ketten oder Seile, welche über Rollen laufen, aufgehängt, an welchen so viele Gewichte befestiget sind, daß sie das Gefäß beynahe aufwiegen. O ist eine Röhre, welche mit dem Wasserventil L in Verbindung steht, durch welche das Gas aus dem Reiniger in den Gassammler übergeht. Das obere Ende dieser Röhre ist mit einem am Boden offenen cylindrischen Gefäße P wie mit einer Kappe bedeckt, aber zum Theil in das Wasser, welches die äußere Cisterne des Gassammler enthält, eingetaucht, und ohnweit des untern Randes mit vielen engen Löchern durchbort. Das Gas vertreibt das Wasser aus diesem Recipienten P, entwischt durch die kleinen Löcher, und steigt in Blasen durch das Wasser in die Höhe, welches ihrer Bewegung eine große Oberfläche entgegensetzt, damit das Gas desto reiner gewaschen wird.

Wenn das Gas auf diese Art durch das Wasser getrieben ist, steigt es in den eigentlichen Gasbehälter, welcher aufgehängt ist, um durch die Ketten, Rollen und Balancirgewichte Q auf und nieder bewegt werden zu können. Durch die Mitte des Gassammlers geht eine Röhre R herab, welche eine engere S in sich schließt, die an den Boden der Cisterne perpendikulär befestiget ist. Die feste Röhre R dienet dazu, den Gasbehälter immer in perpendikulärer Richtung zu erhalten. T ist eine eiserne, im Mittelpunkt des innern Gefäßes befestigte Röhre, welche mit der perpendikulären Röhre S im äußern Gefäße Verbindung hat. Diese Vorrichtung nöthiget das Gas in die Röhre T zu treten, und dient zugleich den Gasbehälter in grader Richtung zu erhalten, wenn er aus der äußern Cisterne beynahe herausgetreten ist.

Wenn die Operation anfängt, hängt der Gasbehälter tief, beynahe in gleicher Höhe mit dem Wasserstande in der äußern Cisterne, und ist folglich mit Wasser angefüllt. Aber sobald das Gas eintritt, steigt er

in die Höhe, um es aufzunehmen. Es ist wichtig, daß die Balancirgewichte QQ nicht völlig so schwer sind, als der Gasbehälter, damit einiger Druck entstehet, um das Gas mit einer angemessenen Kraft aus den Brennmündungen zu heben.

Aus dem Gasbehälter strömt endlich das Gas durch die Brennmündungen UU ins Freye über. Da nun dies Gas mittelst Röhren aus dem Gasbehälter in jede Entfernung nach Belieben geleitet werden kann, durch welche es regelmäßig und gleichförmig wie Wasser ausfließet, so läßt sich dasselbe auch sehr leicht beym Ausströmen entzünden, und brennt mit einer geräuschlosen, glänzenden, stetigen und schönen Flamme. Es kann daher die Gasbeleuchtung an denjenigen Orten, wo es besonders an guten Steinkohlen nicht mangelt, mit Vortheil in Anwendung gebracht werden.

Einen andern tragbaren Gasbeleuchtungsapparat hat Herr Lampadius angegeben, den man an mehreren Orten mit Vortheil mit einigen zweckmäßigen Abänderungen angewendet hat. Der Hauptsache nach besteht derselbe aus einem aufrecht stehenden zweyeimerigen Faß, in dessen obern Boden zwey Löcher gebohret sind. In das eine dieser Löcher ist eine bis nahe an den untern Boden, in das andere eine nur bis durch den obern Boden reichende, mit einem Hahne versehene Röhre eingekittet. Die letztere dient dem Gas zum Ein- und Austritt; die erstere ist zu demselben Dienste für das Wasser bestimmt, welches entweder dem Gas Platz machen, oder dasselbe verdrängen soll.

Einen sehr zweckmäßigen und leicht fortzubringenden Gasbehälter für Kohlen-Wasserstoffgas zum Behuf des Gaslichtes hat Herr Doebereiner ausführen lassen. Es ist derselbe seinem Gasometer sehr ähnlich. M. s. Gazometer. Es erfordert derselbe eine kleine Menge von Wasser, um gefüllt und gesperrt zu werden, wodurch es eben möglich wird, ihn leicht zu bewegen, oder von einem Ort zum andern zu bringen. Wenn

man, bemerket Herr Doebereiner, die ungeheuren großen Lichtsgasbehälter, wie man sie in England habe, auf die angegebene Art einrichtete und sie mit Rädern versähe, so würden sie sich mit wenig Kostaufwand von einer Straße zur andern führen lassen.

M. s. Practische Abhandlung über die Gaserleuchtung, von Friedr. Accum. London 1815. 8. a. d. Engl. übersetzt. Berlin. Zur pneumatischen Chemie von J. W. Doebereiner. Jena 1821. 8.

Gazometer (Zus. z. S. 530. Th. VI). Herr Doebereiner hat einen sehr einfachen Gazometer angegeben, der auch als Gasbehälter bey Gaserleuchtungen sehr leicht fortgeschafft werden kann. Dieser Gazometer hat vorzüglich den Zweck, mit der kleinsten Menge Queckſilbers die möglichst größte Menge einer elastischen Flüssigkeit aufzusammlen, zu sperren und gasometrisch zu bestimmen. Die Vorrichtung selbst bildet die Fig. 11. ab.

Eine graduirte Glasglocke EEEE, welche mit einem Hahn G, und darüber mit einer oben und unten offenen Glasröhre HH versehen ist, paßt genau in einen hohlen Cylinder von schwarz lackirtem dichten Holz AAAA, welcher die pneumatische Queckſilberwanne darstellt. Ein anderer Cylinder von demselben Holze, BBBB, sitzt genau in der Mitte des ersten auf dem Boden fest, und ist so dick, daß er fast den ganzen innern Raum der Glocke ausfüllt, so daß zwischen ihm und der innern Fläche des äußern hohlen Cylinders blos ein ohngefähr 2 Linien weiter kreisrunder Raum, FF, zur Aufnahme der Glocke und des diese sperrenden Queckſilbers bleibt, wovon daher nur eine sehr kleine Menge erforderlich ist. Der innere Cylinder ist in seiner Axe der Länge nach durchbort, so weit daß ein gläsernes Gasleitungsrohr DD hindurchgeführet werden kann. Dieses ist durch zwey durchborte Korkstöpsel befestiget, und oben mit einem Simon'schen Blasenventil CC, welches nach dem innern Raum der Glocke sich

öffnet, versehen, damit nicht das Queckſilber ausfließen kann

In dem äußern Cylinder ſind oben an ſeiner Mündung zwey einander gegenüberſtehende Glastäfelchen LL eingekittet, damit man durch ſie den innern Stand des Queckſilbers und die Skale der Glocke beobachten könne. Auf dem Rande aber dieſes äußern Cylinders ſind zwey meſſingene Skalen II befeſtiget, welche dazu dienen, die Glocke, wenn dieſe beym Füllen mit elaſtiſcher Flüſſigkeit in die Höhe ſteigt, durch die mit ihr verbundene Vorrichtung K in ſenkrechter Stellung zu erhalten, und ſelbſt feſtzuſtellen, vermittelſt einer Schraube. Dieſer Gaſometer erfordert, wenn die Glocke 8 Cubikzoll Inhalt hat, nur 4 Cubikzoll Queckſilber, um die Glocke zu füllen und zu ſperren.

Will man ihn anwenden zum pneumatiſchen Analyſiren der Mineralwaſſer oder der organiſchen Stoffe, ſo bringt man das zu unterſuchende Waſſer in die an die Gasleitungsröhre DD angefügte Glaskugel O, und erhitzt daſſelbe vermittelſt einer Spirituslampe ſo lange, bis alle Gasentwickelung aufhöret; den zu zerlegenden organiſchen Stoff aber bringt man, in ſeinem waſſerleeren Zuſtande, mit einer hinlänglichen Menge Kupfer-Oxyd vermengt, in die gläſerne Verbrennungsröhre N und verbindet dieſelbe, nachdem ihr noch bleibender leerer Raum mit Kupferfeile ausgefüllt worden durch eine kurze enge Glasröhre, mit der knieförmig geſtalteten und mit der Gasleitungsröhre DD luftdicht verbundenen Glasröhre M, welche mit geglühtem ſalzſauren Kalk angefüllt, und beſtimmt iſt, das gebildet werdende Waſſer aufzunehmen, der Kohlenſäure (und dem Stickgas) aber den Durchgang in die Glocke zu geſtatten.

Will man nun erfahren, wie viel Kohlenſäure nach beendigtem Prozeſſe in der Glocke enthalten iſt, ſo füllt man, nachdem man das ganze Gasvolumen genau beſtimmt hat, die kleine Röhre HH mit einer Auflöſung

von Kali oder Ammoniak, und öffnet sodann, wenn man die Glocke so weit gehoben hat, daß der innere Spiegel des Queckſilbers etwa eine Linie über dem äußern erhaben ſteht, den Hahn g ſo lange, bis $\frac{3}{4}$ der alkaliſchen Flüſſigkeit in den innern Raum der Glocke gedrungen ſind. Sogleich beginnt jetzt die Gasabſorption. Iſt dieſe beendiget, ſo ſchraubt man das Röhrchen H ab, und befeſtiget an der Stelle deſſelben eine Schale von Meſſing, deren Boden durchbort iſt. Dieſe Schale füllt man mit Waſſer, ſetzt auf die Oeffnung des Hahns einen mit Waſſer gefüllten kleinen Glascylinder, und drückt nun die Glocke langſam bis auf den Boden der Wanne hinab. Dadurch wird alle nicht abſorbirte elaſtiſche Flüſſigkeit aus der Glocke in den aufgeſetzten Glascylinder getrieben, und ſie kann nun weiter unterſuchet werden.

Man ſ. zur pneumatiſchen Chemie von W. Doebereiner. Jena 1821. 8. S. 5. f.

Geſichtsbetrüge. (Zuſ. zu S. 542. Th. VI.) Um die bey der Luftſpiegelung wirkſamen Brechungsverhältniſſe anſchaulicher zu machen, ſtellte Wollaſton *) zuerſt folgenden Verſuch an: man gieße in ein nicht zu weites und ſehr dünnes gläſernes Gefäß ſo viel concentrirte Schwefelſäure, daß davon der Boden des Gefäßes etwa 3 bis 4 Linien hoch bedeckt wird, und laſſe hierauf auf der Fläche eines Bleyſtreifens, der bis zur Oberfläche der Säure in einer ſchiefen Lage hinabgeht, allmählig reines Waſſer behutſam hinabgleiten; beyde Flüſſigkeiten werden ſich mit einander zu vermiſchen anfangen, aber ſo langſam, daß darüber 24 Stunden hingehen. Auf ſolche Art erhält man ein brechendes Mittel, das aus wagrechten, ungleich dichten, Schichten beſteht, deren Brechungsvermögen mit zunehmender Höhe abnimmt; denn das der Schwefelſäure übertrifft jenes des Waſſers, während es eine

*) Philoſoph. Transact. 1800. P. II. p. 40. Gilbert's Annalen d. Phyſ. B. XIII. S. 394.

Zeitlang unten und oben beständig ist. Nun klebe man auf eine der Seitenwände des Gefäßes, etwas unterhalb der im Mischen begriffenen Schichten, einen schmalen, wagrechten, mit Buchstaben zu bezeichnenden Streifen Papier; indem man nun das Auge auf der andern Seite des Gefäßes in eine fast gleiche Höhe bringt, und jene Buchstaben zu lesen bemüht ist, sieht man deutlich zwey verschiedene Bilder, ein unteres aufrechtes, und ein oberes umgekehrtes. Aether oder Alkohol über Wasser geschichtet gewährt dieselbe Erscheinung. Die zum untern Bilde gehörigen Strahlen gelangen durch die zugehörige wagrechte Säureschichte in ähnlicher Richtung zum Auge; das andere Bild entsteht aus jenen Strahlen derselben Licht entlassenden Punkte des Papiers, welche gegen die obern Schichten gerichtet in denselben ein nach und nach schwächeres Brechungsvermögen vorfinden, und durch die stärkere Anziehung der obern Schichten zurückgebogen und gegen dieselben so gekrümmt werden, daß sie zum zweyten Male dieselben untern Schichten in entgegengesetzter Richtung durchdringen.

Aehnliche hieher gehörige Erscheinungen werden erzählet von Brandes α), Castbery β), Biot γ) und mehreren anderen.

Mit der Erklärung dieser Erscheinungen, welche Gruber, Woltmann und Wollaston gegeben haben, sind Kries und Brandes in allen Punkten nicht zufrieden. Brandes δ) hat besonders mit vielem Fleiße die Umstände zu entwickeln gesuchet, auf welche es hier vorzüglich ankommt. Kries ε) bemerket ganz richtig,

α) Gilbert's Annalen der Physik. B. XVII. S. 129. f.

β) Ebendaselbst. p. 183. f.

γ) Traité de physique. To. III, Chap. III. p. 518. sqq.

δ) Gilbert's Annalen d. Phys. B. XXIII. S. 380. ff. B. XXXIV. S. 145.

ε) Ebendaselbst. S. 365. ff. B. XXIII.

daß Wollaston's Erklärung sich auf Voraussetzungen gründet, die nicht erwiesen sind. Daß sich Flüssigkeiten von verschiedenen Dichtigkeiten so vermischen sollten, daß die Dichtigkeiten der Mischung sich durch eine Linie doppelter Krümmung sollten darstellen lassen, könne wohl schwerlich erwiesen werden. Ja es sey eine Frage, ob sich zwey Flüssigkeiten mit einer solchen Regelmäßigkeit vermischen würden, daß man parallele Schichten verschiedener Dichtigkeit in ihnen anzunehmen im Stande sey; und wenn dies auch bey kleinen Quantitäten in einem eingeschlossenen Raume geschähe, so lasse es sich schwerlich bey einer großen Strecke der Atmosphäre gedenken, wie es doch bey der zu erklärenden Erscheinung nothwendig wäre. Gesetzt aber auch, es wäre dies wirklich so, so sey dadurch die Schwierigkeit noch nicht gehoben. Denn es könnten nicht alle Strahlen mit den Schichten parallel auffallen, wie doch Wollaston verlange, sondern die meisten müßten mehr oder weniger schief ankommen, und dann vermöge der Regeln der Brechung von ihrem Wege abgelenkt werden. Befände sich alsdenn der Gegenstand und das Auge unter der sogenannten Schicht des größten Increments, so könnte höchstens Ein Bild entstehen, und es sey noch weniger einzusehen, wie dadurch ein verkehrtes Bild erzeuget werde.

Herr Kries giebt folgenden Versuch an, aus welchem erhellet, daß bey einer gewissen Stellung des Auges ein Gegenstand durch Wasser gesehen ein dreyfaches Bild zu Stande bringt: Man bringe nämlich hinter ein Glas Wasser einen Gegenstand, und halte das Auge auf der andern Seite des Glases so davor, daß es etwas über die Oberfläche des Wassers zu stehen kommt, indeß der Gegenstand unter derselben liegt, so giebt es eine Lage des Auges, in welcher man den Gegenstand dreyfach erblickt: unmittelbar durchs Wasser hindurch erscheint er in seiner natürlichen Lage, in einigem Abstande darüber ist ein verkehrtes und dicht über

dieſem ein aufrechtes Bild deſſelben. Herr Kries erkläret dieſe Erſcheinung hinreichend aus den gewöhnlichen Regeln der Strahlenbrechung. Er bemerket aber dabey, daß man hievon eben ſo wenig eine Anwendung auf die Erklärung der Luftſpiegelung machen könne, da die Umſtände bey dieſer ganz verſchieden ſeyn. Es gebe jedoch noch eine andere Art, wie über einem Gegenſtande ein umgekehrtes Bild entſtehe, welche beſſer auf die Erſcheinung der Luftſpiegelung zu paſſen ſcheine. Wenn nämlich der Gegenſtand auf dieſelbe Art, wie im vorigen Falle, hinter das Glas mit Waſſer geſtellt, das Auge aber unter die Ebene der Oberfläche des Waſſers gehalten werde. Man ſehe alsdenn 1. den Gegenſtand wiederum direct durch das Waſſer hindurch; 2. würden die Strahlen, die durch das Waſſer unter einem ſehr ſchiefen Winkel über die Oberfläche deſſelben giengen, wieder in daſſelbe zurückgebrochen, und könnten ſo ins Auge gelangen, daß dieſes ein verkehrtes Bild über dem Waſſer erblicke. Die Oberfläche des Waſſers verhalte ſich hier, wie ein ebener Spiegel; daher das Bild ſo weit über derſelben erſcheine, als der Gegenſtand ſich unter ihr befinde. Ja man könne ſelbſt in dieſem Falle noch ein drittes Bild erhalten, wenn man den Standpunkt des Auges etwas verändere, nämlich ihn etwas höher nehme. Man ſehe alsdenn den Gegenſtand wieder unmittelbar durch die Strahlen, die über der Oberfläche des Waſſers durch die Luft gehen; das verkehrte Bild aber ſey alsdenn bereits verſchwunden.

Auch zur Erklärung dieſer Erſcheinung ſeyn die bekannten Geſetze der Strahlenbrechung hinreichend, und die Anwendung davon auf die Luftſpiegelung ſey nicht ſchwer.

Herr Brandes hat mehrere Beobachtungen über die Spiegelung ober- und unterwärts angeſtellt, und aus der gefundenen Beſchaffenheit der atmoſphäriſchen Luft dieſe Erſcheinungen durch die bekannten Regeln der Strahlenbrechung zu erklären geſuchet. In Hinſicht

der Spiegelung unterwärts zeigten ihm seine Beobachtungen, daß sie durch Erwärmung des Bodens und die damit verbundene Verdünnung der Luft, nahe an der Erde, hervorgebracht wird. Er hat nachgewiesen, warum das eine Bild umgekehrt erscheinet, nämlich weil der Scheitel der von niedrigen Punkten zum Auge gelangenden Strahlen höher liegt, als es für höhere Punkte der Fall ist; ferner, warum nur Gegenstände, die eine gewisse Höhe nicht übertreffen, gespiegelt erscheinen, nämlich weil für höhere Gegenstände der Scheitel des Strahls unterhalb der Erdfläche liegen würde; auch, wie die Grenze der an einander stoßenden Bilder durch ein gewisses Maximum, welches die Richtung der Lichtstrahlen nicht überschreitet, bestimmt wird: wie dies alles bey verändertem Zustande des Luftkreises sich ändert u. s. w.

Was die Spiegelung oberwärts betrifft, so rührt sie nach Herrn Brandes offenbar davon her, daß in einer gewissen Luftschicht die Dichtigkeit mit der wachsenden Höhe äußerst schnell abnimmt, höher hinauf aber weniger schnell. Nach den Beobachtungen hat diese Schicht fast nie eine große Ausdehnung, da man die Spiegelung oberwärts immer nur an einzelnen Gegenständen, und nicht an allen, die in Rücksicht der Entfernung und Höhe eben so geschickt dazu wären, bemerkt. Eine genauere Betrachtung aller der Umstände, welche diese Spiegelung bewirken, zeigt, daß man eigentlich dann immer drey vollständige Bilder und in dem höchsten allemal die Spitzen, die Höhen der Gegenstände sehen sollte, wenn die gleichen Umstände nicht blos in einer beschränkten Gegend statt fänden. Auch hier lassen sich über die Grenzen der Bilder, über die Ursache, warum das eine umgekehrt erscheint, und warum von gewissen Punkten keine Lichtstrahlen ins Auge kommen, ganz ähnliche Betrachtungen anstellen, wie bey der Spiegelung unterwärts.

Gewitter (Zuſ. z. S. 772 Th. II.). Um die Gewitter mit ihren oft verwüſtenden Folgen unſchädlich zu machen, iſt man in den neuern Zeiten wiederum auf das Abfeuren vom groben Geſchütz zurück gekommen. Der Herr Hofrath Parrot *) ſchlug das Zerplatzen einer Bombe in der Gewitterwolke als ein Mittel vor, das Gewitter zu zerſtreuen, indem er glaubte, daß dadurch an dem Orte des Gewitters eine beträchtliche Zerſetzung des Sauerſtoffgas eingeleitet, mithin das Gewitter zerſtreuet werde. Herr Denize **) ſchlägt ebenfalls das Abfeuren vom Geſchütz als ein Mittel, welches die Erfahrung an mehreren Orten erprobet habe, an, die Gewitter unſchädlich zu machen. Seine Theorie beruhet aber auf ganz andern Gründen, als die Parrot'ſche. Die Entſtehung des Gewitters iſt nach Herr Denize, ſo wie auch ſchon Guyton de Morveau dieſelbe gegeben hat, folgende:

Das durch die Wärme ausgedehnte Waſſer nimmt bey ſeinem Aufſteigen durch die ſpecifiſch ſchwerere Luft eine ſeiner Capacität entſprechende Menge von Elektricität mit auf, und condenſirt ſich in der kältern obern Luft zu Wolken. Da es dabey ſehr an Ausdehnung abnimmt, ſo wird ein großer Theil der Elektricität frey, und dieſe können die Wolken nach der Erde oder nach andern Wolken als Blitze ausſchicken. Ziehen Wolken durch wärmere Luftſchichten, ſo fangen ſie an ſich wieder zu Dampf auszudehnen und werden dadurch negativ-elektriſch. Kommen zwey ſolche Wolken, welche im entgegengeſetzten elektriſchen Zuſtande ſind, mit einander in Berührung, ſo entſteht ein Gewitter, indem ſich dann die eine in die andere entladet. Sobald nun der Blitz losbricht, werden durch die Exploſion, welche er bewirkt, alle um ihn her befindliche Theile der Luft erſchüttert und ausgedehnt; dadurch kommen die kleinſten

*) Gilbert's Annalen d. Phyſik. B. X. S. 216.

**) Ebendaſ. B. XXIV. S. 219. ff.

Theilchen der Luft in eine äußerst heftige Vibration, welche die wäßerichten Theilchen, als die schwersten, ausscheidet, und sich einander zu nähern zwingt. Sie vereinigen sich durch ihre Anziehung und stürzen sogleich als Regentropfen herab, deren Größe sich nach der Menge der Wassertheilchen richtet, welche sich während der Zeit ihres Falles mit ihnen haben vereinigen können. Es ist mehrentheils in diesem Augenblicke, da der Hagel entstehet, wenn er überhaupt sich bildet. Nach Herrn Denize ist die Zeit, um das Gewitter unschädlich zu machen, alsdenn vorhanden: wenn man wahrnimmt, daß dicke und schwarze Wolken sich über einander häufen, und heftige Windstöße die eine gegen die andere zu treiben und zu drücken, und sie stark zu condensiren beginnen; wenn der Donner dumpf in ihnen zu rollen anfängt, und sie ziemlich isolirt in der Luft zu hangen scheinen, ohne mit der Erde durch dichte Nebel oder durch starke Regengüsse in Verbindung zu stehen; dann ist Gefahr da, und man kann nicht genug eilen, zwischen diesen Wolken, und der Oberfläche der Erde die mächtigste und kräftigste Leitung hervorzubringen. Herr Denize giebt nun das Hauptmittel an, wodurch das Gewitter zu zerstreuen ist; dies ist nämlich das Bewirken von heftigen Erschütterungen in der Luft, um die in der Luft schwebenden und adhärirenden Wassertheilchen auf das stärkste zu schütteln, und dadurch einen Regenguß zu veranlassen. Dazu scheinen zu dienen das Abschießen mit Böllern oder schwerem Geschütz, starkes Trommeln, die Detonationen mit Knallpulver, und das Platzen von Raketen in der Luft, wenn sie nach dem Orte abgeschossen werden, wo die Wolken am dichtesten sind. Außerdem giebt Denize noch ein Paar andere Mittel an, die Gewitter unschädlich zu machen; nämlich 1. Das Errichten einer sehr mächtigen Leitung zwischen den Wolken und der Erde, es sey durch Feuer, die man an vielen Stellen anmacht, und mit recht trockenen Brennmaterialien erhält, oder durch

Verdampfung, oder durch Verbrennen harziger Materien. 2. Das Entziehen der Elektricität, welche sich in den Wolken angehäuft findet, durch sehr viele Blitzableiter.

Ein auffallendes sehr wahrscheinliches Beyspiel, das Gewitter durchs Abfeuern großer Gewehre unschädlich zu machen, erzählet ebenfalls Herr Leschevain. In den beyden Feldzügen der Franzosen gegen Spanien in den Jahren 1793 und 1794 waren nämlich in der Gegend von Bayonne und Dax wenige Gewitter und gar kein Hagel gewesen, da sonst dieser Strich Landes jährlich um die Erntezeit durch Hagelschlag heimgesuchet wird. Mehrere Sachverständige hatten behauptet, daß in den angeführten Jahren die Unschädlichkeit der Gewitter eine Wirkung der Batterien gewesen sey, welche in den zahlreichen Verschanzungen angefahren waren, um die Pässe durch die Pyrenäen gegen die feindliche Armee zu decken.

Die gewöhnlich angenommene Ursache, daß die Gewitter im Winter seltener, als im Sommer sind, indem in jener Jahreszeit die kalte Luft mehr als warme isolire, hat der Herr v. Hauch *) gewisser Maaßen zweifelhaft gemacht. Er bemerket nämlich, daß es in den nördlichen Ländern Gegenden giebt, wo im Winter Gewitter eben so häufig als im Sommer sich ereignen. Die von ihm eingezogenen Nachrichten an diesen Oertern setzten es außer Zweifel, daß lokale Ursachen zu dieser Naturerscheinung vorzüglich beytragen. Besonders scheint die Nähe des Meeres und die beständige Verdunstung, welche über demselben vorgeht, eine Haupturſache zu seyn; denn es sey sehr wahrscheinlich, daß überhaupt das größere oder geringere Vermögen der Luft, die wässerige Ausdünstung zu empfangen und zu enthalten, eine Hauptrolle bey der Luftelektricität spiele. Herr v. Hauch sucht diese Erscheinung auf eine gleich befrie-

*) Gilbert's Annalen d. Phys. B. XXIX. S. 171. ff.

digende Art nach dem Auflösungssysteme de Saussure's und nach de Luc's Theorie zu erklären. Wahrscheinlicher setzt der Herr v. Buch α) die Ursache dieser Gewitter im Winter in den Wasserdampf, der seine hohe Temperatur, mit welcher er von temperirten Climaten her das Land erreichet, über dem kältern Clima verliehert, und nun als Wolken hervortritt; dadurch wird im Winter die Elektricität so schnell entbunden; im Sommer ist diese Temperaturdifferenz nicht vorhanden.

Eine andere merkwürdige Erscheinung der Gewitter ist die von Volta zuerst bemerkte gewisse tägliche und örtliche Periode in der Wiederkehr gleicher Gewitter β). Herr Volta hatte nämlich beobachtet, daß die Gewitter eine Neigung besitzen, viele Tage hinter einander um dieselbe Stunde, und genau an demselben Orte wieder zu erscheinen, wo sie am ersten Tage wahrgenommen wurden. Um sich von dieser periodischen Erscheinung der Gewitter zu überzeugen, muß man freylich Oerter wählen, wo in den Sommermonaten die Gewitter täglich erscheinen, wie in der Gegend von Como, an den Ufern des Comersees u. s. f. Ueberdies lehrten auch die Beobachtungen, daß diese merkwürdige Erscheinung nicht von örtlichen Umständen abhange, so daß ein gewisses Thal oder eine Bergschlucht an sich geschickter wäre, den Gewittern Entstehung und Dauer zu geben; sondern es wird vielleicht nach wenigen Tagen, wenn eine ähnliche periodische Gewitterbildung eintritt, nicht mehr dieses Thal, sondern ein anderes der Ort seyn, wo andere Gewitterwolken zum Vorschein kommen. Daher ist die Ursache dieser wiederholten Gewitterbildungen an bestimmten Orten nicht in der allgemeinen örtlichen Beschaffenheit derselben, in der Lage der Berge,

α) Ebendaselbst B. XXV. S. 328. f.

β) Giornale di Fisica, Chimica, Storianaturale, Medicina et Arti de profess. *Brugnatelli*, *Brunaci* et *Configliachi*. T. X. 1817. übers. in Gilbert's Annalen. B. LVII. S. 341. f. und in Schweigger's Journal im 3ten Hefte XIX. Bandes.

u. s. f. zu suchen. Herr Volta ist der Meynung, daß diese periodische Wiederkehr der Gewitter nur auf folgenden beyden Umständen beruhen könne: 1. auf einem eigenthümlichen und dauernden elektrischen Zustand der Luftsäule, und 2. auf einer erheblichen und gleichfalls dauernden Aenderung ihrer Temperatur. Die Luftsäule, durch welche ein Gewitterregen herabstürze, müsse sowohl durch die Mittheilung der starken Elektricität, die jedem solchen Regen eigen sey, als auch durch das Hervorbringen neuer Elektricität, vermöge des heftigen Herabstürzens von Wasser, elektrisiret werden; dann könne auch die vom Gewitter und Regen getroffene Luftsäule gar wohl einen ganzen Tag, und länger, hinreichende Elektricität behalten, um die zerstreueten Dünste anzuziehn, und sich mit ihnen zu laden, vorzugsweise vor den benachbarten Luftschichten, in welchen sich nur die gewöhnliche ziemlich schwache Elektricität heiterer Luft findet. Hiezu komme nun noch, daß der mit dem Gewitterregen getränkte Boden, wenn die Mittagssonne ihn durchwärme, jener über ihm stehenden Luftsäule mehr Dünste zuführe, als die übrigen Luftsäulen erhielten. Hier hätten wir nun eine reiche Quelle neuer, hinreichend starker Elektricität, welche ohne Zweifel unter diesen Umständen hervorgebracht werde, wenn die bis dahin elastischen und durchsichtigen Dämpfe, die sich in dieser Luftsäule sammleten, sich über den Sättigungspunkt hinaus verdichteten, und sich in bläschenförmige Dünste, Nebel, und Wolken verwandelten. Und diese müßten desto dichter werden, da jene Ursachen fortdauernd hier neue Dünste zusammen häuften, und da überdem noch eine andere Ursache mächtig zu ihrer Verdichtung beytrage.

Diese andere Ursache sey die ungewöhnlich niedrige Temperatur, welche in jener Luftsäule statt finden müsse, und die sich als den zweyten Erklärungsgrund der Wiederkehr der Gewitter an demselben Orte vorfinden müsse.

Hiebey ist nun noch zu bemerken, daß mannichmal, ja nicht ganz selten, an einem solchen Orte sich nur die ersten Anzeigen eines Gewitters bemerken lassen, ein dunkles Wölkchen, Blitze, einige Donnerschläge, und die letztern nicht einmal immer; worauf sich alles auflöset und verschwindet. Volta schließt hieraus, daß zwar eine Neigung zur Entstehung des Gewitters an demselben Orte vorhanden gewesen, durch etwas zufälliges aber gestört worden sey.

Außerdem ist allgemein bekannt, daß sehr oft, besonders nach starken Gewittern; eine ungewöhnliche und dauernde Kälte sich einstellet, welche durch einen Wind herbeygeführet wird, der aus derselben Gegend bläset, wo das Gewitter war. Nach Volta läßt sich diese Wirkung nicht ganz der nach dem fallenden Hagel entstehenden Kälte zuschreiben, da derselbe oft nur in geringer Menge gefallen und längst wieder zergangen ist, während jener kalte Wind noch fortdauert. Es müsse daher diese große Kälte einen ganz andern Ursprung haben; nach seiner Meynung kann sie von keinem andern Orte herkommen, als aus der höhern Luftschichte, wo das Gewitter sich bildete, und welche durch Hagelwolken, die eine lange Zeit dort schwebten, stark erkältet worden sey.

Der Herr Medicinalrath D. Guenther zu Kölln am Rhein *) hatte sich ebenfalls mit Beobachtungen über die merkwürdige periodische Wiederkehr der Gewitter beschäftiget, indem er dazu besonders in dem gebirgigen Theile des Herzogthums Berg, und namentlich in der Gegend des Siebengebirges die schönste Gelegenheit fand, wo in den Sommermonaten sehr häufige Gewitter entstehen. Nach seinen Beobachtungen sowohl, als auch nach denen des gemeinen Landmannes dieser Gegenden sind folgende beyde Erscheinungen merkwürdig: 1. daß, wohin die ersten Gewitter ihren Zug nehmen, sie diesem auch den ganzen Som-

*) Schweigger's Journal ꝛc. B. XXV. S. 105. f.

mer hindurch folgen, und 2. daß fast jedesmal, so oft ein Gewitter zu einer ungewöhnlichen Stunde, nämlich vor oder kurz um Mittag ausbricht, dasselbe mehrmals zu derselben Zeit wiederkehret, und besonders nach der Wahrnehmung der Landleute, 3 Tage nach einander. Sonst bemerket Herr Guenther, daß die gewöhnliche Zeit, um welche des Sommers daselbst Gewitter entstehen, gegen 5 bis 6 Uhr des Nachmittags sey, und er könne nicht verhehlen, daß er auch bey diesen mehrmals eine solche periodische Wiederkehr beobachtet habe, jedoch fielen solche periodische Gewitter, der Regel nach, in die oben bemerkte Stunde.

Die von Volta angeführten Ursachen über die periodische Wiederkehr der Gewitter bezweifelt Guenther als allgemein gültig. Volta habe seine Beobachtungen in Gebirgsschluchten gemacht, welchen allerdings Volta's Ansicht dieser Erscheinung angepaßt werden könnte; er sehe aber nicht ein, wie diese Erklärung auf weite Ebenen ausgedehnet werden könne, wo man wohl voraussetzen dürfe, daß ein unaufhörlicher und ungehinderter Wechsel der Luftschichten, selbst bey der scheinbarsten Ruhe in der untern Atmosphäre, Statt finde, und doch böten sich hier dieselben Erscheinungen dar.

Auch bemerke Volta, daß diese Periode der wiederkehrenden Gewitter ihm im allgemeinen die Mittagsstunde, oder eine kurze Zeit nachher, zu seyn scheine, aus der begreiflichen Ursache, weil in diese Zeit die größte Tageshitze falle. Allein Herr Guenther zweifelt ebenfalls, daß dieser Grund so ganz seine Richtigkeit habe. Es falle vielmehr die größte Sonnenhitze zwischen 2 und 3 Uhr Nachmittags, wo in der Regel die wenigsten Gewitter ausbrechen. Er ist der Meynung, daß bey dieser periodischen Erscheinung der wiederkehrenden Gewitter vielleicht manche kosmische Einflüsse mit ins Spiel kommen könnten. Wäre auch die Wirkung derselben beständig einerley, so lasse es sich gar wohl gedenken, daß in unserm Erdkörper, dessen Atmosphäre,

und in mancherley Localumständen Ursachen aufzufinden seyn, aus deren Wechselwirkung mit den kosmischen Einflüssen erst das Resultat hervorgehe, das mithin auch bey seiner Erscheinung große Verschiedenheiten zeigen müsse.

Goniometer (Goniometrum, goniométre) (N. A.) ist ein Instrument, welches dazu dienet, die Neigungen eines Krystalls gegen einander oder seine hervorspringende Winkel in der Mineralogie zu messen. Herr Hayy bemerket, daß ein Hauptgrund der bisherigen Vernachlässigung dieses Instrumentes vorzüglich darin liege, daß sich mehrere Mineralogen an die Regel gebunden hätten, man müsse sich einzig auf solche Kennzeichen beschränken, welche durch das bloße Vorhalten derselben gegen die Sonne beobachtet werden könnten. Dadurch habe man sich der Hülfsmittel beraubt, die die Instrumente darböten, welche unsern Sinnesorganen einen höhern Grad von Schärfe geben, und sie in den Stand setzten, bey der Bestimmung der Unterscheidungskennzeichen der Mineralien diejenige Genauigkeit zu erreichen, welche in Hinsicht derselben der Hauptcharacter der Wissenschaften sey.

Herr Hayy hat folgendes von dem Bürger Carangeau erfundene Goniometer beschrieben: Ein Halbkreis (Fig. 12.) MTN von Messing oder Silber ist in Grade abgetheilet, und enthält zwey platte Alhidaden AB und FG, wovon der eine FG von u bis R mit einer Fuge durch und durch ausgehöhlt ist, ausgenommen an der Stelle k, wo man einen kleinen Querriegel gelassen hat, welcher nicht wesentlich dazu gehöret, sondern nur dem Instrument mehr Festigkeit geben soll. Dieser Stab ist bey R und c auf ein messingenes Lineal befestiget, welches hinterwärts liegt, und mit dem Halbkreise aus einem Stücke ist. Die Befestigung jenes Stabes mit diesem Lineale wird durch zwey kleine Schraubenspindeln bewerkstelligt, welche in die Fuge passen, und deren jede eine Schraubenmutter hat. Der

andere Stab ist auf gleiche Art ausgehöhlt von x bis c, wo er über dem ersten mittelst der Schraubenspindel, welche an dieser Stelle befindlich ist, und durch beyde Fugen hindurchgeht, befestiget ist. Indem man die Schraubenmutter nachläßt, kann man die Theile cG, cB der beyden Stäbe nach Willkühr verkürzen, wie die Umstände es erfordern.

Da der Stab AB nur an einem einzigen Punkte in c ansitzt, wo der Mittelpunkt des Kreises ist, so läßt er sich um den Mittelpunkt herum frey bewegen, indeß der Stab GF beständig in der Richtung des Diameters bleibt, welcher durch die Punkte Null und 180° geht.

Der obere Theil des Stabes AB muß an seinem Rande fx, dessen Richtung, unterwärts verlängert, durch den Mittelpunkt c des Instruments geht, in Form einer Schneide geschärft seyn. Der Grund davon ist, daß dieser Rand die Linie vorstellet, welche auf dem graduirten Umkreis die Größe des gesuchten Winkels angiebt.

Um also einen Winkel an einem Krystall zu messen, legt man das Instrument so an, daß die Theile cG, cB der beyden Stäbe kein Licht zwischen sich und die Ebenen, von welchen die Rede ist, hindurchlassen, und ihre Ränder zugleich auf der Berührungskante senkrecht stehen. In diesem Fall sind die Flächen, welche den Krystall einfassen, Tangenten auf den beyden Ebenen, deren Neigung gegen einander man haben will. Ist dies geschehen, so sucht man auf dem Umkreis des Instruments den Grad, welchen die Linie fz angiebt, oder den Winkel, welchen diese Linie mit der macht, die durch den Mittelpunkt c und durch den Punkt Null geht, welcher Winkel dem gleich ist, den die beyden Stücke Gc, cB der Stäbe unter sich bilden, weil dies Vertikalwinkel sind.

Es ist vortheilhaft, wenn man die genannten Theile nach Belieben kürzer machen kann, um den Schwierig-

keiten zu entgehen, welche die Operation unausführbar machen würden, und welche entweder von der Gangmasse herkommen, an welcher der Krystall sitzt, oder von den benachbarten Krystallen, in welchen er zum Theil eingewachsen ist.

Indessen gibt es Fälle, wo diese Vorsicht nicht hinlänglich ist, und wo der gegen N gelegene Theil des Halbkreises sehr geniren würde, wenn seine Stellung sich nicht ändern ließe: durch folgenden sinnreichen Mechanismus ist diesem Uebelstande abgeholfen worden.

Die in c sich befindende Spindel hält ausser den beyden Stäben eine stählerne Spreitze, welche unter dem kupfernen Lineale, worauf der Stab GF unmittelbar befestiget ist, liegt. Das obere Ende dieser Spreitze, oder dasjenige, welches gegen O hinliegt, hat einen runden Ausschnitt, worin eine stählerne Spindel paßt, die gleichfalls mit einer Schraubenmutter versehen ist. Ferner ist der Halbkreis an der Stelle des 90ten Grades gebrochen, so daß der Quadrant TM mittelst eines an jener Stelle angebrachten Charniers sich unter den Quadranten TN zurücklegen läßt, und so gut als weggenommen werden kann. Will man dies bewirken, so schraubt man die Schraubenmutter los, welche den obern Theil der Spreitze cO hält; man zieht den runden Ausschnitt, welcher sich oben an dieser Leiste befindet, von der Schraubenmutter ab, welche darin steckte, und legt die Leiste wieder bis unter das kupferne Lineal, welches den Stab GF trägt. Beträgt der gemessene Winkel über 90 Grade, so stellt man den Quadranten TM wieder an seinen Ort, um den Werth des Winkels zu finden.

Daß der Nutzen des Goniometers in Hinsicht der unterscheidenden Kennzeichen der Mineralien beträchtlich ist, zeiget Herr Hauy an mehreren Beyspielen. Es ist z. B. durchaus nicht zureichend, von dem dodecädrischen Zirkon blos zu sagen, daß er ein vierseitiges Prisma, an jedem Ende mit vier Rhombenflächen zugespitzt, bilde,

welche auf den Seitenkanten aufgesetzet sind. Dieses Kennzeichen paßt eben so gut auf den Harmotom (Kreuzstein), auf den Stilbit (blätterigen Zeolith), auf das oxydirte Zinn u. s. w. Allein man setze hinzu, daß die Seitenflächen rechte Winkel unter sich bilden, und daß die Zuspitzungsflächen um 124° 12′ gegen einander geneigt sind, so beschränkt man die Beschreibung bestimmt auf den Zirkon. Sagt man die Neigung betrage 121° 58′, so ist es der Harmotom; oder sagt man, es finden zwey verschiedene Neigungen statt, die eine um 123° 32′, und die andere um 112° 14′, so ist es der Stilbit.

Herr **Wollaston** *) bemerket, daß das Goniometer des Herrn **Hauy** nicht immer die gehörige Genauigkeit gebe, welche man zur sichern Unterscheidung der verschiedenen Mineralien verlange. Denn wolle man es bey kleinen Krystallen gebrauchen, mit deren Seitenflächen die Alhidaden nur in sehr kleinen Längen zusammenfallen könnten, so wichen die Messungen, selbst wenn sie mit sicherer Hand gemacht würden, doch fast immer so weit von der Wahrheit ab, daß sie nicht dienen könnten, das Mineral seiner Art nach zu bestimmen.

Herr **Wollaston** hat daher eine andere Vorrichtung, einen sogenannten **Reflexions-Goniometer**, angegeben, womit sich die gegenseitige Lage von Flächen, die nur $\frac{1}{50}$ Zoll breit sind, mit gleicher Genauigkeit, als die der größten Krystalle bestimmen läßet. Dieser Reflexions-Goniometer hat folgende Einrichtung: Ein senkrechter Kreis (Fig. 13.) ist auf seinem äussern Umfange in Grade abgetheilet, und mit einem Vereine G versehen, welches die Winkel bis auf 5 Minuten mißt. Die horizontal liegende Axe CC dieses Kreises, welche von einem aufrecht stehenden Pfeiler getragen wird, ist

*) Philosoph. Transact. of the Roy. society of London for 1809. P. II. S. 253. übers. in Gilbert's Annalen d. Physik. B. XXXVII. S. 357. ff.

der Länge nach durchbort, und es geht durch sie eine dünnere cylindrische eingeschliffene Axe EE, an deren Ende sich ein Krystall so klein als man will, mit Wachs ankleben läßt. Dies muß so geschehen, daß die Kante, in welcher die beyden Flächen des Krystalls, deren Neigungswinkel man messen will, zusammenstoßen, horizontal und mit der Axe der Bewegung parallel sey. Ist dies der Fall, so muß man von beyden Flächen das Bild desselben Gegenstandes, bey unveränderter Lage des Auges, erhalten können, wenn man die innere Axe EE mit Hülfe des geränderten Kopfes F umdreht, indeß der Kreis in Ruhe bleibt.

Nun dreht man den Kreis auf Null oder 180°, in welchem letztern Falle derselbe, ohne daß man nöthig hat hinzuzugehen, mittelst einer kleinen Feder H angehalten wird. Hiernächst drehet man die innere cylindrische Axe EE so, daß die von dem Auge entfernteste Fläche des Krystalls das Bild einer Lichtflamme oder eines entfernten Gegenstandes in das Auge zurückwirft, und dreht alsdann, ohne das Auge zu verrücken, den Kreis um seine Axe, bis sich das Bild der Flamme oder desselben Gegenstandes in der zweyten (vordern) Fläche des Krystalls, als Spiegel, zeigt. Diese Fläche findet sich dann genau in derselben Lage, die zuvor die erste (hintere) Fläche hatte. Der von dem Kreise durchlaufene Bogen ist dann zwar das Maas des Nebenwinkels der beyden Flächen des Krystalls; die Grade sind aber auf dem Kreise diesem gemäß bezeichnet, so daß man sogleich am Index den wahren Neigungswinkel ablieset, ohne irgend eine Rechnung anzustellen.

Um die nöthige angeführte Lage des zu untersuchenden Krystalls zu adjustiren, dienet die Vorrichtung KIL. Der Krystall wird in dem Mittelpunkte der Bewegungen auf dem Schraubenkopfe M, der sich höher und niedriger schrauben läßt, um den Krystall höher oder niedriger zu stellen, so befestiget, daß die eine seiner Seitenflächen dem geränderten Kopfe M so

parallel als möglich ist. Man dreht dann II mittelst des Schlüssels I., bis die Seitenfläche des Krystalls völlig parallel mit den Axen CC und EE ist, welches man daran erkennt, daß das zurückgeworfene Bild einer Horizontallinie in dieser Seitenfläche horizontal erscheinet. Man bringt dann, indem man an F dreht, die zweyte Seitenfläche des Krystalls in die Lage, worin zuvor die erstere war, und zeigt sich nun in ihr das zurückgeworfene Bild nicht horizontal, so dreht man die Scheibe M, wodurch II in horizontaler Lage gedrehet wird, bis das Bild der Horizontallinie wiederum horizontal erscheinet. Da diese Bewegung der ersten Seitenfläche parallel vor sich geht, so wird dadurch das vorige Adjustement nicht gestört.

Dies Instrument kann auch vortheilhaft gebraucht werden bey Krystallen von blätterigem Gefüge, selbst wenn die Bruchflächen, deren Neigung gemessen werden soll, ganz eben und glatt sind. Denn sind nur alle Theile einer Oberfläche parallel, so werfen sie, sie mögen etwas höher oder tiefer liegen, die Lichtstrahlen, welche von entfernten Gegenständen kommen, gleichmäßig ins Auge. Es lassen sich daher mittelst des Reflexions-Goniometers die Winkel unregelmäßiger Bruchflächen von Krystallen fast eben so gut als ganz glatter und ebener bestimmen.

Sind das Auge und das Licht von dem Krystalle nur 10 oder 12 Zolle entfernt, so entsteht, wenn die Seitenkante des Krystalls nicht genau mit der Axe der Bewegung zusammenfällt, eine kleine Parallelaxe, welche in dem Neigungswinkel der Ebenen einen geringen Irrthum hervorbringen kann. Dieser Irrthum läßt sich dadurch unmerklich machen, daß man dem Krystalle die rechte Lage giebt. Oder sind die Flächen des Krystalls spiegelnd genug, um das Bild eines Gegenstandes deutlich zurückzuwerfen, so läßt sich demselben ganz und gar entgehen, indem man folgende Methode befolget:

Man nähere das Auge der Fläche des Kryſtalls bis auf etwa 1 Zoll, und ſtelle es ſo, daß man das verkehrte Bild eines entfernten Schornſteins in der ſpiegelnden Fläche erblicke; dreht man alsdenn die kleine Axe, ſo wird man es dahin bringen können, daß dieſes Bild mit der direct geſehenen Fußlinie des Hauſes oder mit irgend einer andern horizontalen Linie zuſammen zu fallen ſcheinet. In dieſer Lage halbiret die zurückwerfende Ebene genau den Winkel im Auge, oder vielmehr an der zurückwerfenden Fläche, deſſen Schenkel die Höhe des Hauſes umſpannen. Nun könne man, wenn man den Kreis und den Kryſtall mit einander dreht, die andere Fläche, ſie ſey noch ſo klein, in dieſelbe Lage bringen, und auf dieſe Art den Winkel der beyden Flächen mit einer Genauigkeit meſſen, die man bisher in der Goniometrie nicht erwartet hätte.

Herr **Wollaſton** bemerket, daß ſich mit einem ſolchen Reflexions-Goniometer von ſehr mäßiger Größe, der mit einem Nonius verſehen iſt, viele der bisherigen Meſſungen berichtigen laſſen werden. Er führet ein Beyſpiel an dem rhomboidaliſchen Kalkſpathe an. Er habe wirklich gefunden, daß die bisherigen Beſtimmungen der Flächenwinkel dieſes Kryſtalls nicht genau ſeyn. Man habe nämlich die Winkel, welche die Seitenflächen des primitiven Kalkſpath-Kryſtalls an der ſtumpfen Ecke mit einander machen, auf 104° 28′ 40″ mit dem Scheine großer Schärfe geſetzt. Dieſe Beſtimmung ſey aus der Annahme abgeleitet, daß die Axe dieſes körperlichen Winkels mit jeder der Seitenflächen einen Winkel von 45° mache. Allein dieſer Winkel müſſe vielmehr 45° 20′ ſeyn; denn er finde, daß der ſtumpfe Winkel ſehr nahe, wo nicht ganz genau 105° betrage, wie **Huyghens** ihn beſtimmt habe.

Herr **Gotthelf Studer** in Dresden bemerket, daß dem vortreflichen Reflexions-Goniometer des Herrn **Wollaſton** eine Hauptbedingung zum genauen Meſſen abgehe, nämlich eine Vorrichtung, die Durchſchnitts-

linie, oder die Scheitellinie des zu messenden Flächenwinkels eines Krystalls mit Zuverlässigkeit senkrecht auf die Eintheilung über ihren Mittelpunkt zu bringen. Dieser Mangel scheint auch bey dem Mänke'schen Repetitions-Goniometer sich noch zu finden *).

Zur Beseitigung dieses Nachtheils hatte der Herr Hofmechanikus Breithaupt zu Cassel eine sinnreiche Einrichtung an Wollaston's Goniometer angebracht, und es als ein Repetitions-Goniometer betrachtet. Herr Studer hat dasselbe dahin verändert, daß es zugleich ein Reflexions-Goniometer ist.

Es führet aber Herr Pistor β) an, daß er dem Urtheile des Herrn Studer über das Wollaston'sche Goniometer nicht beytreten könne. Es scheine ihm, als wenn Studer, wie die mehresten Beobachter, die sich Wollaston's Goniometer haben bedienen wollen, das Wesentlichste desselben verkannt, und die sehr sinnreiche Einrichtung desselben übersehen und nicht gehörig benutzt haben. Es sey ganz und gar nicht erforderlich, den Mittelpunkt der Theilung und die Scheitellinien des zu beobachtenden Winkels in eine und dieselbe senkrecht auf der Ebene der Theilung stehende Linie zu bringen, obgleich fast alle Beobachter, die er noch bis jetzt mit diesem Instrumente habe operiren sehen, es so gebrauchen, als ob dies nöthig wäre. Daher komme es denn auch, daß, wie es ihm oft gegangen sey, die, welche sich des Instrumentes haben bedienen wollen, klagen, daß die Theilung bis auf halbe Grade unrichtig seyn müsse, weil der beobachtete Winkel so viel und mehr von der Wahrheit abweiche. Das eigentliche Kunststück beym Beobachten liege darin, sich den Apparat so zu stellen, daß man die beyden reflektirten Bilder (nicht blos einen Luftstrahl) des entfernten Gegenstandes auf eine

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXVI. S. 1. ff.

β) Ebendaselbst. S. 325.

ebenfalls entfernte Linie zur Berührung bringe, und da habe er noch nie 3′ Fehler im Beobachten gehabt.

Ein noch neueres Reflexions-Goniometer hat Herr Baumgartner *) beschrieben, und ist der Meynung, daß dieses Instrument bequemer beym Gebrauche, und von umfassenderer Anwendbarkeit sey, als es die ihm bekannten Werkzeuge seyn, welche zu demselben Zwecke bestimmt sind. Das Princip, worauf dies Goniometer beruhet, ist der katoptrische Satz, daß in einem Planspiegel eine abgebildete Ebene und ihr Bild in einer und derselben Ebene erscheinen, wenn jene auf dem Spiegel senkrecht steht.

Nach Baumgartner kommt es bey Messung eines Flächenwinkels nur darauf an, den Winkel zu messen, um welchen der Körper gedrehet werden muß, um eine seiner ebenen Oberflächen und ihr Bild in dieselbe Ebene zu bringen. Zu diesem Zweck dienet ihm die Vorrichtung Fig. 14, wovon A eine Ansicht nach der Seite, B von vorn gewähret.

Das Fußgestelle abcd des Instrumentes besteht aus zwey Brettchen recht trockenen Holzes ae und fd, welche in fe so zusammen geleimt sind, daß sich ihre Fasern kreuzen. Es ist gh ein auf ae befestigter Planspiegel, und kl ein stählerner, vollkommen cylindrischer, um seine Axe drehbarer Stift, welcher in l mit einem messingenen Knopfe versehen ist, und durch die metallenen Träger m und n in Pfannen, in einer solchen Lage erhalten wird, daß seine Axe mit der ebenen Fläche des Spiegels genau in einerley Ebene liegt. Diese Axe ist durch einen Punkt in k angemerkt, den man am genauesten erhält, wenn man die Vertiefung, welche der Drehstift beym Abdrehen des Stiftes kl hinterläßt, durch Abfeilen und Schleifen so lange verkleinert, bis nur eine Spur davon übrig bleibt.

*) Gilbert's Annalen der Physik. Th. LXXI. S. 1. ff.

Es ist ferner o ein an diesem Stifte kl angebrachter metallener Bügel, der sich abnehmen, und mit einem größern oder kleinern verwechseln läßt, und in p eine Schraubenmutter hat, durch welche eine Schraube gehen kann, deren Kopf des bequemen Umdrehens wegen über ab hinaus läuft. Endlich ist Q ein Quadrant mit seiner Alhidade r, beyde in A von der Seite und in B von vorn zu sehen. Die Grade des Quadranten werden von unten nach oben gezählt, und sind mit zweyerley Zahlen in natürlicher Ordnung bezeichnet: die einen gehen von o bis 90°, die andern von 90 bis 180° und sind von den über ihnen stehenden jede um 90° verschieden; diese zweyfache Bezeichnung gewährt beym Gebrauche des Instrumentes Vortheil. Die Alhidade ist so breit, daß sie die zu einem Nonius gehörige Eintheilung am Ende enthalten kann, dessen Nullpunkt der seine durch die Mitte des Stiftes lk gehende Strich anzeigt, den man in B auf der Alhidade sieht. Um die Alhidade in jeder Stellung fest zu halten, oder ihr eine sanfte Bewegung geben zu können, ist sie mit einer Schraubenmutter versehen, in welche eine Schraube paßt, die sich im Ausschnitte st sammt der Alhidade verschieben, auch mittelst einer Stellschraube in jedem Punkte dieses Ausschnittes befestigen läßt.

Will man mit diesem Reflexions-Goniometer einen Flächenwinkel eines Krystalls messen, so kömmt es darauf an, ob dieser Winkel spitz oder stumpf ist. Im ersten Falle stellt man die Alhidade genau auf 90° der obern Ziffernreihe, legt den Krystall mit einer der beyden Oberflächen, die den Winkel bilden, auf den Spiegel, mit der Kante des zu messenden Winkels gegen den Nullpunkt der Skale zugekehrt, und bringt ihn da in eine solche Lage, daß diese Kante in der verlängerten Axe des Stiftes kl liegt, wozu der in k angebrachte Punkt behülflich ist. In dieser Lage befestiget man ihn an dem Stifte kl mittelst Wachs, oder mittelst der

Schraube am Biegel op. Hierauf drehet man die Alhidade gegen die Ordnung der Ziffer am Quadranten so lange, bis die zweyte den zu messenden Winkel bildende Fläche und ihr Bild im Spiegel in einerley Ebene erscheinen. Die Zahl der obern Reihe am Quadranten, welche dann der Lage der Alhidade entspricht, ist der gesuchte Winkel der Krystalle.

Ist der zu messende Winkel stumpf, so führt ein gleiches Verfahren zum Zweck, nur mit dem Unterschiede, daß man, nachdem die Alhidade auf o befestiget worden, nicht die Kante des zu messenden Winkels, sondern die nächst auf sie folgende in die Verlängerung der Axe von kl bringt, und nach dem Drehen des Krystalls den Winkel an den untern Ziffern am Quadranten ablieset. Wer nicht mit freyen Augen zu beurtheilen vermag, ob die abgebildete Fläche und ihr Bild genau in derselben Ebene liegen, dem kann ein Blendrohr, durch das er den Krystall ansieht, gute Dienste leisten. Um sehr kleine Krystalle messen zu können, thut man wohl ihre Flächen mit Wachs zu verlängern.

Dasselbe Verfahren führet zum Zweck, wenn ein Winkel gemessen werden soll, den zwey Flächen bilden, die von einer dritten durch Abstumpfung entstandenen unterbrochen sind, weil durch das Verlängern der beyden Hauptflächen die Abstumpfung verschwindet.

Uebrigens glaubt Herr Baumgartner, daß sein Instrument gewisse Vorzüge vor dem Wollaston'schen Reflexions-Goniometer besitze. Das letztere könne man nur an heitern Tagen brauchen, das Seinige aber zu jeder Zeit, selbst Nachts bey starker Beleuchtung; jenes setze spiegelnde Flächen voraus, das seinige sey auch auf Krystalle von matter Oberfläche anwendbar; jenes gebe oft unrichtige Resultate, wenn die Ebenen des Krystalls kleine Vertiefungen und Erhöhungen haben, und man könne sich dann dem wahren Werthe des Winkels nur nähern, indem man auf verschiedene

Punkte der Oberfläche Licht auffallen lasse, und aus den gefundenen Resultaten einen Mittelwerth nehme, indeß das seinige gleich beym ersten Versuch die mittlere Neigung aller kleinen Flächen gebe, welche eine Hauptfläche bildeten, indem der Krystall beym Auflegen auf den Spiegel nothwendig eine Lage annehme, die aus allen Vertiefungen und Erhöhungen jener Oberfläche entspringe. Uebrigens sey sein Goniometer auch einfacher, mithin auch wohlfeiler; es könne überall leicht aufgestellet werden, weil es gerade nicht horizontal zu stehen brauche, und es habe so wenig Schwieriges in der Behandlung, daß man nach wenigen Versuchen hinlängliche Sicherheit im Gebrauche erlangt haben könne.

M. s. Lehrbuch der Mineralogie von Hayy, aus d. franz. übers. von Gust. Karsten. Th. I. Leipz. 1804. 8. S. 323. ff.

Grundkräfte (Zus. z. S. 821. Th. II.) heißen die bewegenden Kräfte, als wesentliche Eigenschaften der Materie aller unsere Sinne afficirender Körper, welche aus keiner andern Kraft wieder abgeleitet werden können, und daher zur Möglichkeit der Materie selbst gehören.

Ob es gleich gewiß ist, daß unser Geist von den Dingen in der Aussenwelt erst durch unsere Sinne afficiret werden muß, um von diesen Vorstellungen und Begriffe zu erhalten, und daher die Erlangung einer Kenntniß derselben von der Erfahrung ausgeht: so ist es doch auch gewiß, daß unser Geist das Vermögen besitzet, die empfangenen Eindrücke selbstthätig zu zergliedern, und durch Abstractionen die allgemeinsten Gesetze ihrer Wirkungen zu entwickeln. Hieraus entstehen eben die reinen Theorien. In der Naturlehre kommt es nun vorzüglich darauf an, den allgemeinen empirischen Begriff der Materie überhaupt festzusetzen. Versteht man unter der Materie das Bewegliche im Raume, wie dies auch aller Erfahrung gemäß ist, so ergiebt sich daraus die Nothwendigkeit, die Bewegung, als ein wesent-

liches Merkmal aller Materie, gehörig aufzufassen und näher in Erwägung zu ziehen. Daß jede Bewegung Raum und Zeit voraussetzet, darüber ist kein Streit; auch dies ist ausgemacht wahr, daß keine Materie ohne wirkende Ursache d. h. ohne Kraft, in Bewegung versetzet werden kann. Raum, Zeit und Kraft sind daher die drey Hauptmomente, die beym empirischen Begriffe der Materie vorzüglich in Betrachtung kommen. Raum und Zeit, als die reinen Formen aller unserer empirischen Anschauungen, sind die Elemente der reinen Mathematik, deren Gesetze ein reines Produkt unseres Verstandes, und daher von jedem Menschen ohne Unterschied als wahr erkannt werden. Was aber die Kraft betrifft, so ist dieser Ausdruck der Stein des Anstoßes, welcher bis jetzt noch nicht aus dem Wege geräumt ist; daß die wirkenden Ursachen, d. h. die Kräfte, aller in der materiellen Natur betrachteten Veränderungen in der Materie selbst liegen, darüber sind wohl jetzt alle Naturforscher einig. Wollte man nun aber behaupten, daß die Materie ihren Raum ohne alle Thätigkeit oder ohne alle Kraft erfüllt, oder wie mehrere Physiker lieber wollen, einnimmt; so wäre gar nicht einzusehen, wo jene Kräfte als wirkende Ursachen aller in der materiellen Natur beobachteten Veränderungen aufzufinden wären. Es wäre daher ein offenbarer Widerspruch, zuerst zu behaupten, die wirkenden Ursachen aller Veränderungen der Naturdinge liegen in der Materie selbst, und alsdann anzunehmen, alle Materie erfülle ihren Raum ohne alle Thätigkeit, ohne alle Kraft. Wäre es auch nach der letzten Voraussetzung möglich, daß die Materie erst durch äußere Ursachen in Thätigkeit versetzet werden könne, um hiernächst wieder auf andere Materie wirken zu können; so bliebe doch noch immer diese Frage unbeantwortet: wo kommt diejenige Kraft her, welche die Materie in Thätigkeit versetzt? Es ist aber überhaupt unmöglich, irgend einer Materie von aussen eine Kraft mitzutheilen, wofern ihr nicht schon wesent-

lich eine Kraft zukommt, welche der von aussen ankommenden entweder entgegenwirkt, oder durch Mittheilung derselben in noch größere Thätigkeit versetzet wird. Da wir also schon vermöge der Erfahrung annehmen müssen, daß die Kräfte, durch welche die Veränderungen erfolgen, außer uns in der Materie selbst liegen, und dieselben als intensive Größen ganz rein behandelt werden können; so erhellet, daß derjenige Theil in der Physik, welcher auf die Kräfte der Materie überhaupt Bezug hat, auf der Construction der Größen beruhet, so daß folglich ihre allgemeinen Gesetze von allen Menschen ohne Unterschied ebenfalls als wahr erkannt werden. Ich bin daher der Meynung, daß Kant's Erörterungen, welche er in seinen Anfangsgründen der metaphysischen Naturlehre aufgestellet und entwickelt hat, unter allen bis jetzt dargestellten kritischen Untersuchungen über die Naturdinge den ersten Rang behaupten, und besonders beachtet zu werden verdienen. Es sind zwar Kant's Ansichten von den meisten neuern und sehr geachteten Naturforschern bestritten, und selbst von einigen sogar als unhaltbar betrachtet worden; allein die Gründe, welche sie dagegen angeführet haben, scheinen mir von keinem Gewicht zu seyn, und eine nähere Prüfung wird zeigen, daß sie aus Mißverständnissen entsprungen sind.

Einer der ersten, welcher Kant's dynamische Ansichten widerlegt zu haben glaubte, ist der so allgemein geschätzte Herr Prof. Gilbert *). Nach seiner Meynung ist der Beweis des Lehrsatzes, daß die Materie ihren Raum durch eine ihr eigene Ausdehnungskraft, mithin als Grundkraft, erfüllt, voll erschlichener Sätze. Darüber herrsche nämlich gar kein Streit, daß wir vom Widerstande gar nichts wissen würden, wenn uns nicht die Sonne zu dieser Vorstellung behülflich

*) Hallische allgemeine Litteratur-Zeitung vom Jahre 1807. S. 754. u. f.

wäre; die Vorstellung von Widerstand sey ganz empirisch und blos aus der Anschauung genommen. Hieraus folge sogleich, daß wir, was den Widerstand betreffe, uns ganz an der Erfahrung halten, und die Vorstellung genau so aus ihr herausheben müßten, als sie uns durch die Anschauung gegeben werde. Wir müßten alle physische Körper in dieser Hinsicht vergleichen, und das Gemeinsame, das sie uns zeigten, gebe den Begriff Widerstand, den wir alsdenn auf dem Wege der Reflexion und der Construktion weiter verarbeiten könnten, aber nicht willkührlich bilden oder abändern dürften. Aus dieser einfachen Bemerkung folgert er, daß an der metaphysischen Verhandlung über den Begriff Widerstand, nur in so weit etwas Wahres und Gegründetes seyn könne, als dieser Begriff, von welchem der Philosoph in seinen Schlüssen ausgehe, der Erfahrung, dem, was sich uns in der Anschauung gebe, entspreche.

Nun werde aber jeder Naturforscher mit ihm auch hierin einig seyn, daß das Allgemeine aller Erfahrungen, worin sich Widerstand uns gebe, folgende drey Momente umfasse: 1. dieser Widerstand sey nur erkennbar, wo zwey physische Körper im Conflict gedacht würden; er sey daher immer Wechselwirkung; 2. dieser Widerstand finde nur in der Berührung statt; denn gerade er sey es, welcher uns zur Vorstellung der Begränzung führe. Materie und Widerstand ließen sich folglich nicht trennen, sie seyn eins; und eine Materie, welche in der Entfernung Widerstand leistete, müßte das durch eine besondere Kraft, nicht durch die thun, welche Materie selbst sey; 3. dieser Widerstand finde in der Berührung nur dann statt, wenn ein erfüllter Raum in den andern einzudringen bestrebt sey; nicht ohne diesem.

Die beyden ersten Momente habe Kant, hätten alle nach ihm, in der physischen Dynamik beachtet, nicht aber das dritte, welches doch ein wesentlicher Theil aller Erfahrungen sey, worin sich Widerstand äußere.

Wenn man z. B. zwey Würfel denke, welche eine ihrer Seitenflächen gemein hätten, und sich vorstelle, daß beyde ihren Raum stetig erfüllten; so würden sie deshalb noch nicht einen Widerstand einer auf den andern äußern; dies würde erst dann der Fall seyn, wenn einer in den Raum des andern dringen wollte. Wofern also nicht in der Materie ein Bestreben angenommen werde, daß einer stets in den Raum des andern hinein will; so würden beyde mit einander in Berührung seyn können, ohne einander Widerstand zu leisten. Dies liege ziemlich klar in der Grund-Erfahrung. Daraus aber folge, daß Kant und die, die ihm hierin nachgefolget seyn, sehr Unrecht thäten, aus Widerstand auf Expansivkraft zu schließen. Widerstand sey zwar ohne eine zurücktreibende Kraft nicht denkbar; wenn aber eine Repulsivkraft, (wie die, welche sich in der Erfahrung im Allgemeinen da zeigt, wo ein Raum erfüllt ist) sich nicht anders in der Berührung thätig äußert, als wenn ein anderer Körper in den Raum der Materie einzudringen strebe; so berechtige uns nichts, diese zurücktreibende Kraft für eine Expansivkraft, für eine den Raum erweiternde Kraft auszugeben.

Hieraus folgert Herr Gilbert, daß Kant die Ausdehnungskraft in den Beweis des angeführten Lehrsatzes, nur dadurch hinein bewiesen habe, daß eine wesentliche Bedingung, unter der allein der Widerstand, welcher aller Materie eigen ist, sich äußere, übersehen worden sey. Daher sey der Beweis unzulässig. Sey aber die Expansivkraft als Grundkraft des Materiellen nicht erwiesen, nun so falle auch der Beweis der zweyten Grundkraft, und die ganze physische Dynamik Kant's, als etwas, daß sich nicht anders denken lasse, völlig hinweg.

Uebrigens sehe er nicht recht ab, was man zur Vertheidigung der metaphysichen Dynamik Kant's, gegen diese seine Gründe anführen könnte, Widerstand sey eine Vorstellung, zu der wir lediglich durch die Er-

fahrung gelangten. Wir müßten sie also auch so auffassen, wie sie uns die Erfahrung im Allgemeinen gebe, und dürften nicht willkührlich Merkmale in diesen Begriff zusetzen, oder weglassen, oder sie modificiren, denn sonst passe der Begriff nicht mehr zur Erfahrung, und wir wären blos im Gebiete der Phantasie. Nun aber gebe uns die Erfahrung den Widerstand, nicht als in jeder Berührung, sondern nur dann sich äußernd, wenn ein Raum in den andern zu dringen bestrebt sey. Kant's Lehren beruheten aber darauf, daß zwey Materien, die sich berührten, sich eo ipso, und also unabhängig von jener Bestimmung zurückstießen. Er lege folglich in den Begriff des Widerstandes etwas hinein, was die Erfahrung nicht, und anders gebe. Sein metaphysisches Gebäude sey daher ohne Regel für die Erfahrung, da er nicht den wahren Erfahrungsbegriff des Widerstandes, sondern einen willkührlich bestimmten, a priori behandelt habe.

Es ist aber offenbar Kant von Gilbert mißverstanden worden. Herr Gilbert verwechselt Mechanik mit Dynamik. Denn wenn Materie erst durch zurückstoßende und anziehende Kraft zur Ruhe gebracht ist, folglich keine von beyden mehr thätig seyn kann, so müssen allerdings Materien, wie z. B. Würfel, welche eine gemeinschaftliche Seitenfläche haben, ohne die geringste Thätigkeit gegen einander zu äußern, so lange vermöge des Trägheitsgesetzes in Ruhe verbleiben, bis die eine in den Raum der andern durch eine äußere Kraft einzudringen bestrebt ist. Diesen Fall hat Kant, wie es seinen Categorien völlig gemäß ist, in der Mechanik philosophisch ganz richtig ausgeführet. In der Dynamik wird die Materie nicht so betrachtet, wie sie widersteht, wenn sie aus ihrem Raume vertrieben, und mithin selbst bewegt werden soll, denn letzteres setzt schon voraus, daß die Materie dynamisch erfüllt, und daher beyde Grundkräfte, so wie sie Kant bewiesen hat, sich gegenseitig beschränkt haben. Dynamisch muß die Materie, welche vermöge der Erfahrung das Be-

wegliche im Raume ist, zuerst so betrachtet werden, daß sie nach allen Richtungen hin, ihren Raum erfüllet, ohne noch Rücksicht darauf zu nehmen, auf welche Art sie begränzt wird. Es ist aber die Erfüllung dieses Raumes eine Wirkung, welche eine wirkende Ursache, d. i. eine bewegende Kraft, voraussetzet. Vermöge dieser Kraft muß also die Materie, welche durch dieselbe nach allen Richtungen hin ausgedehnet wird, jeder ankommenden Materie, welche in den erstern Raum eindringen will, offenbar widerstehen, und es folget also hieraus, daß Kant's angeführter Lehrsatz nicht, wie Herr Gilbert glaubt, voll erschlichener Sätze sey. Uebrigens werde ich in der Folge noch zeigen, daß der Widerstand, welcher der Erfüllung des Raums jeder andern mit demselben in Berührung kommenden Materie entgegengesetzet ist, der Erfahrung ganz und gar nicht widerspricht.

Noch wichtiger scheinen diejenigen Einwürfe gegen Kant's dynamische Erörterungen zu seyn, welche mehrere ebenfalls sehr geachtete Physiker aus der Theorie des Unendlichen entlehnt haben. Ich werde mich aber bemühen zu zeigen, daß diese Einwürfe ebenfalls auf mißverstandenen Begriffen beruhen. Das Unendliche kann uns nie gegeben werden, eben weil es Unendlich ist, und es kann folglich dasselbe kein Gegenstand unserer Erörterung und unserer Erkenntniß werden; dagegen ist es aber uns verstattet, über und unter jedem gegebenen Endlichen größere und kleinere Grade bis ins Unendliche zu gedenken, ohne behaupten zu dürfen, daß ein bis ins Unendliche wachsender oder abnehmender Grad mit dem Unendlichen selbst einerley oder identisch wäre. Es ist daher eine unendliche Kraft unmöglich; allein für jede gegebene endliche Kraft können größere und kleinere bis ins Unendliche gedacht werden, ohne daß die bis ins Unendliche wachsende oder abnehmende Kraft mit der unendlichen Kraft identisch wäre. Diese Behauptung erhellet ganz klar aus der Theilung einer

Größe, mithin auch einer Kraft, bis ins Unendliche. Denn schon der Ausdruck, unendliche Theilbarkeit, giebt zu erkennen, daß die Theilung nie vollendet, mithin der letzte unter allen, oder der unendliche Theil, nie gegeben werden kann. Da nun die Theilung einer Größe blos von unserer Vorstellung und Willkühr abhängt, so hängt es auch von derselben ab, über oder unter jedem gegebenen Theil der Größe einen größern oder kleinern bis ins Unendliche als gegeben anzunehmen; nur der letzte Theil unter allen, oder der unendliche, ist unmöglich. So ist es z. B. unmöglich, den letzten Theil von $\sqrt{7}$, $\sqrt[3]{5}$ u. s. anzugeben, man kann aber unter jedem gegebenen Theile kleinere bis ins Unendliche bestimmen, ohne daß es uns möglich wäre, den letzten d. i. den unendlichen, zu finden. Dieselbe Beschaffenheit hat es auch mit Kräften, beständig läßt sich über oder unter einer gegebenen Kraft eine größere und kleinere bis ins unendliche finden, die unendliche selbst aber ist unmöglich. Auf diesen Begriffen beruht, wie mich dünkt, selbst die Theorie der Parallellinien, wie ich in meiner reinen Elementar-Mathematik. Leipz. 1820. 8. S. 240 – 243. gezeiget habe.

Herr Hofrath **Muncke** *) hat hiernach meiner Meynung nach völlig Unrecht, wenn er in Kant's Beweise des dritten Lehrsatzes seiner metaphys. Anf. ꝛc. p. 81. einen unverkennbaren Widerspruch zu finden glaubt. Daselbst heißt es nämlich: "Nun kann für eine „gegebene ausdehnende Kraft der Materie eine größere „zusammendrückende gefunden werden, die diese in einen „engern Raum zwingt; und so ins Unendliche; welches „das Erste war. Zum Durchdringen der Materie aber „würde eine Zusammentreibung derselben in einen un„endlich kleinen Raum, mithin eine unendlich zusam-

*) Anfangsgründe der Experimentalphysik. Heidelb. 1819. §. 7. f

„mendrückende Kraft erfordert, welche unmöglich ist.“ Da nun, sagt Herr Muncke, eine ins Unendliche größere zusammendrückende Kraft mit einer unendlich zusammendrückenden offenbar identisch ist, so schließen diese acht Zeilen einen mit den nämlichen Worten ausgedrückten Widerspruch in sich, welcher nicht eher aufgehoben werden kann, bis jemand den Unterschied zwischen den vorliegenden Ausdrücken nachweiset, oder darthut, daß etwas Unmögliches doch gefunden werden könne.

Nach den von mir, wie ich glaube, genügenden und deutlichen Bestimmungen über die Ausdrücke vom Wachsthume und Abnehmen einer Größe oder Kraft bis ins Unendliche und der unendlichen Kraft erhellet, daß in dem Beweise des angeführten Lehrsatzes nicht der geringste Widerspruch enthalten ist.

Noch finde ich aber für nöthig, einem Einwurfe, der mir vielleicht gemacht werden könnte, zu begegnen. Man könnte nämlich meiner Behauptung, daß das Unendliche gar kein Gegenstand unserer Erörterung und Erkenntniß sey, die Differenzialrechnung mit allen dahin gehörigen Anwendungen entgegenstellen. Allein ich muß bemerken, daß die Differenzialrechnung blos in den Grenzen des Endlichen bleibt, und daß das Differenzial, als unendlich kleine Größe genannt, nichts weiter, als wirkliche Null ist. Denn der Ausdruck dx ist ein bloßes algorithmisches Zeichen, welches man gewählt hat, um die Zu- oder Abnahme einer veränderlichen Größe als gänzlich vernichtet, d. i. als Null, zu bezeichnen. Hieraus folgt aber ganz und gar nicht, daß die Differenzialrechnung eine wirkliche künstliche Nullenrechnung wäre. Wenn auch die Zu- und Abnahme der veränderlichen Größen verschwinden, oder zu wirklichen Nullen werden, so behalten doch die durch die Differenziale veränderten Funktionen gewisse Verhältnisse mit den Differenzialen, und es wird durch jedes Differenzial ein Verhältniß einer zu messenden

Größe bestimmt. Die Ausdrücke dy, dx stehen also in endlichen angeblichen Verhältnissen mit einander, und mit diesen beschäftiget sich die Differenzialrechnung. Ein absolutes Differenzial, oder eine absolute Null, wodurch gar kein Verhältniß einer zu messenden Größe bestimmt wird, ist und bleibet daher so viel als Nichts, und kann folglich gar keinen wissenschaftlichen Werth haben. Dieselbe Beschaffenheit hat es auch mit dem Unendlich Großen. Das absolut Unendlich Große kann durchaus kein Gegenstand unserer Untersuchung seyn. Es sind daher unendlich kleine und unendlich große Kräfte unmöglich.

Hieraus läßt sich auch, wie ich glaube, sehr leicht der Einwurf heben, welchen der Herr v. Busse gegen Kant's dynamische Ansichten gemacht hat. Herr v. Busse glaubte nämlich durch mathematische Betrachtungen über den Stoß der Körper gegen einander bewiesen zu haben, daß es allerdings gegen Kant's Annahme eine unendlich große Kraft gebe. Allein diese Untersuchungen bleiben immer in den Grenzen des Endlichen, und betreffen blos das relativ Unendliche, wo allerdings die eine Kraft in Vergleichung mit der andern als unendlich groß betrachtet werden kann. So ist z. B. die Kraft, mit welcher ein Sandkorn gegen unsere Erde stößt, gegen die rückwirkende Kraft der Erde, unendlich klein, es bleibt aber dies immer nur beziehungsweise, und es läßt sich die Kraft des Sandkorns nicht als eine absolut unendlich kleine Kraft betrachten. Uebrigens gehört auch dieser Fall nicht zu Kant's Betrachtungen, sondern vielmehr zu den mechanischen, und betrifft blos das Gesetz der Wirkung und Gegenwirkung.

Die meisten Naturforscher behaupten, daß aus dem anerkannt empirischen Begriffe der Materie gar kein Erkenntniß a priori gewonnen werden könne. Nach ihrer Meynung müssen alle Grundbegriffe, auf welche sich die Naturerscheinungen gründen, ganz allein aus

der Erfahrung hergenommen werden. Herr Hofr. Muncke glaubt daher, Kant's Untersuchungen besonders dadurch noch zu entkräften, daß das Ganze nicht in den Grenzen allgemeiner Principien gehalten, sondern zugleich auf ein Beyspiel gebauet werde; wobey der Fehlschluß a particulari ad universale wenigstens in der Anlage einen Einfluß habe. Wenn zur Erklärung der beyden Kräfte der Zusammendrückung der Luft in einem Luftpumpenstiefel gewählet werde, so führe der eigentliche Charakter derselben, die Expansibilität, irre. Setzten wir statt Luft, Wasser, oder Glas, welche durch endliche Kräfte nur unmerklich, oder gar nicht zusammengedrückt werden könnten, und gar kein Bestreben der Ausdehnung, außer bey der Wärme, zeigten, so entdecke man sogleich eine gewisse Lahmheit der Schlußfolge. Berücksichtigten wir aber, daß die festen Körper an sich (ohne Hinzukommen der Imponderabilien) kein Bestreben zeigen sich auszudehnen, daß die Imponderabilien dagegen an sich und ohne Hinzukommen der Ponderabilien nicht gegen einander, und oft nicht erweißlich gegen Ponderabilien gravitiren, auch daß namentlich das Licht aller Erfahrung zu Folge und in Gemäßheit der unendlichen Menge von Lichtquellen den meßbaren Raum überall erfülle, folglich hiebey die Ziehkraft noch nicht nachgewiesen sey; erwägten wir endlich, daß es noch gar nicht ausgemacht sey, ob wir wirklich schon alles, was Materie heißen müsse, erkannt, und unsere Definition derselben darnach gebildet hätten: so folge, daß die beyden Kräfte nicht aus der Erfahrung abstrahiret werden könnten, und folglich aus dem abstracten Begriffe einer a priori zu erkennenden Materie (welcher übrigens die a posteriori erkannte nicht untergeschoben werden dürfe) deducirt werden müßten, ein Unternehmen, woran der menschliche Verstand eben nach Kant'schen Principien scheitern müsse.

Daß die allgemeinen metaphysischen Untersuchungen nicht allein den Erfahrungen nicht widersprechen, son-

dern vielmehr dieselben auf die allererſten Grundbegriffe und Grundurſachen zurückbringen müſſen, iſt ganz unerläßlich. Sobald alſo richtig angeſtellte Erfahrungen den ſpekulativen Sätzen ſchnur ſtraks entgegen ſind, ſo müſſen ſie gänzlich verworfen werden. Allein meiner Meynung nach ſind Kant's metaphyſiſche Entwickelungen, gehörig verſtanden, keiner einzigen Erfahrung entgegen, ſondern ſtimmen vielmehr mit derſelben aufs vollkommenſte überein. Die Erfahrung zeiget, daß mehrere Körper durch Stoß und Druck einander Widerſtand leiſten, und der eine den andern nicht durchdringet; dagegen zeigt aber auch die Erfahrung, daß unendlich viele Körper, ſobald ſie ſich nur berühren, mit großer Kraft ſich einander durchdringen; ſie zeigt, daß alle beobachteten elaſtiſchen Flüſſigkeiten ſich leicht einander durchdringen, daß die Wärme durch alle bekannten, das Licht durch alle durchſichtige Körper nach allen Richtungen hindurchdringt. Es wäre unmöglich, daß die Wärme alle Körper ausdehnen könnte, wofern nicht die Materie des Körpers eine weſentliche ausdehnende Kraft beſäße, welche durch Mittheilung der Wärme in Thätigkeit verſetzet wird. Eben ſo läßt es ſich gar nicht gedenken, daß Körper, welche in Berührung kommen, ſich mit ſo großer Gewalt durchdringen, wenn nicht urſprüngliche den Materien weſentlich zukommende Kräfte vorhanden wären. Daß Waſſer zuſammengedrückt und ausgedehnet werden kann, iſt wohl jetzt durch Erfahrung hinreichend bewieſen. Die ganz einfache Beobachtung, daß man mit einem Finger einen Theil Waſſer über ihre Oberfläche nehmen kann, und daß derſelbe nach Losreiſſung wieder zurückprellt, beweiſet die ausdehnende Kraft auf eine befriedigende Weiſe. Daß übrigens Kant die ausdehnende Kraft der Luft als Beyſpiel aufgeführet hat, kann ſeinen allgemeinen metaphyſiſchen Sätzen nicht im geringſten ſchaden, wie aus dem Folgenden weiter erhellen wird.

Das Mißverständniß von dem Unendlichen und der Theilbarkeit der Materie bis ins Unendliche, welches beydes gar kein Gegenstand der Erfahrung seyn könnte, hat besonders die meisten Physiker von der genauern Untersuchung und Beachtung von Kant's metaphysischen Untersuchungen abgelenket, und sie der neuern Atomenlehre anhänglicher gemacht. Diese atomistische Lehre hat ihren Grund in dem metaphysischen Gesetze, daß alles an sich bestehende Zusammengesetzte aus einfachen völlig untheilbaren Theilchen bestehen müsse, verbunden mit der ganz willkührlichen Voraussetzung, daß diese Theilchen eine bestimmte geometrische Form haben. Alle in den neuern Zeiten entdeckten Erscheinungen von bestimmten Proportionen nach Gewicht und Volumen, in welchen sich die Körper befinden, scheinen nothwendige Folgen einer solchen atomistischen Constitution der Körper zu seyn. Allein alle diese Phänomene, welche mit der atomistischen Ansicht in einer so schönen Vereinigung zu seyn scheinen, reichen doch keinesweges hin, die Richtigkeit der atomistischen Ansicht auf eine unwiderlegliche Weise zu beweisen, und die dynamische gänzlich zu widerlegen, wovon mehreres nachzulesen ist unter den Artikeln: Krystallisation und Stochiometrie. Außerdem hat D. Wollaston in einer Abhandlung zu zeigen sich bemühet, daß vermöge der Constitution gasförmiger Körper die atomistische Ansicht nothwendig folgen müsse. Wären nämlich die gasförmigen Körper nicht aus Atomen zusammengesetzt, sondern aus einer Continuität einer ins Unendliche theilbaren Materie gebildet, so müßten sie auch ins Unendliche expansibel seyn; bestünden sie aber aus Atomen, welche einander zurückstießen, so müsse diese Expansion eine Grenze haben, und bey einem gewissen Grad von Verdünnung müsse das Gewicht eines jeden Atoms mit der Repulsion, die es auf das zunächst an ihm liegende ausübe, das Gleichgewicht halten. Bey diesem Grade von Expansion müsse das Gas im Vacuum eine hori-

zontale Oberfläche annehmen, ganz so, wie eine Flüssigkeit in der Luft. Im entgegengesetzten Falle müsse sich die Luft durch eine unbegrenzte Elasticität ausdehnen, bis sie die Planeten und die Sonne getroffen habe, welche sich alle mit einem gewissen ihren respektiven Attractionen entsprechenden Theil davon umgeben müßten. Daß hinwiederum dies nicht der Fall sey, sey höchst wahrscheinlich, weil die Astronomen schon längst gefunden hätten, daß um den Mond herum keine Refraction, mithin keine Atmosphäre, existire; ferner habe man aus astronomischen Beobachtungen auch zu finden geglaubt, daß dasselbe bey dem Jupiter und seinen Monden der Fall sey, und **Wollaston** hat Beobachtungen beygebracht, welche dasselbe von dem Mittelpunkt der Gravitation unsers Planetensystems, von der Sonne selbst, zu beweisen scheinen. — Wären Herrn **Wollaston** die besonders in Deutschland gemachten Entdeckungen der Atmosphären des Mondes und der Planeten bekannt gewesen, so würde er ein ganz anderes Urtheil über diesen Gegenstand gefällt haben. Ueberdem überzeugen seine übrigen Gründe ganz und gar nicht, daß in der Voraussetzung, das atmosphärische Gas bestehe aus Atomen, mit zurückstoßender Kraft begabt, alsdenn nur in der Atmosphäre eine Grenze gedacht werden könne; eben so gut, und, wie mich dünkt, mit wichtigeren Gründen, läßt sich nach dynamischer Ansicht eine atmosphärische Grenze gedenken, indem die Anziehung der Expansion Grenzen setzen muß, mithin, wenn auch die Expansibilität der Materie ins Unendliche gedenkbar wäre, diese doch endlich durch die Anziehung derselben zur Ruhe gebracht wird.

So wesentlich nothwendig bey Untersuchungen, Entwickelungen und Entdeckungen der Naturerscheinungen materieller Gegenstände, ihrer Verbindungen unter einander und ihrer Gesetze die Erfahrung zu Rathe gezogen werden muß; so ist es doch auch gewiß, daß zuletzt alle diese durch Erfahrung aus einander gesetzten und

gehörig erörterten Phänomene auf Ursachen beruhen müssen, die kein Gegenstand der Erfahrung mehr sind, sondern die gänzlich von den Gesetzen unsers Denkens abhangen. So feyerlich sich auch die meisten Physiker für solche philosophische Untersuchungen verwahret haben, und noch verwahren, so haben sie doch solche annehmen müssen. Die atomistische Lehre beruhet auf dem einzigen, oben angeführten metaphysischen Satz, daß das Materiale aus einfachen Theilen, welche durch gar keine Kraft weiter getheilet werden können, zusammengesetzet sey. Nun nimmt sie willkührlich an, daß diese Theilchen als Atome von bestimmter unveränderlicher Gestalt mit abstoßenden und anziehenden Kräften begabt sind. Aus diesen Atomen lassen sich die Körper nicht anders zusammensetzen, als daß sie leere Zwischenräume zwischen sich lassen, durch deren Verhältniß zur Menge der Atomen die verschiedene Dichtigkeit der Körper bestimmt wird. Die Erfahrung kann von allen diesen zum Theil willkührlich angenommenen Voraussetzungen nicht das Geringste entscheiden: sie zeiget blos, daß einige starre Körper, nämlich die von blätterigem, strahligem, fasigrem Gefüge Zwischenräume besitzen, welche ungleichartig erfüllt sind; bey flüssigen Körpern hingegen giebt sie davon gar nichts zu erkennen. Da sich nun alle diese größtentheils willkührlich angenommenen Voraussetzungen, als letzte Grundursachen der Erscheinungen in der materiellen Natur, weder auf Erfahrung, noch auf haltbare Gesetze unsers Denkungsvermögens gründen; so erhellet die Nothwendigkeit, diesen reinen Grundtheil der Physik auf eine mehr haltbare Art philosophisch zu entwickeln. Kant's spekulative Philosophie scheint mir zu diesem Zwecke der einzig richtige Weg zu seyn. Es ist wohl unbezweifelt gewiß, daß unsere geistige Beschaffenheit mit der Sinnenwelt eine solche wunderbare und genaue Verbindung hat, daß für uns äußere Gegenstände nur erst dadurch möglich werden, daß wir unser ursprüngliches

Erkenntnißvermögen auf sie übertragen. Dies kann jedoch unter keiner andern Bedingung geschehen, als mit Hülfe der reinen Anschauung. Da nun kein Begriff eines Gegenstandes auf reine Anschauung zurückgebracht werden kann, außer der Begriff der Größe, so erhellet, daß in der Physik nur derjenige Theil rein, und für uns gewiß seyn kann, welcher sich auf Mathematik gründet. Es kommt also darauf an, den empirischen Begriff der Materie überhaupt gehörig nach den sogenannten Kategorien zu zergliedern, und mathematisch die Eigenschaften derselben zu beweisen. Dies hat nun Kant in seinen metaphysischen Anfangsgründen der Naturwissenschaften auf eine genügende Art gethan. In den neuesten Zeiten hat Kant einen vorzüglichen Vertheidiger an dem Hofrath u. Prof. Jak. Fried. Fries *) gefunden, welcher in einem wohl zu beherzigenden Versuche die mathematische Naturphilosophie nach philosophischer Methode entwickelt hat. Kant's Schrift scheint mir aber vor Fries seiner besonders darin einen Vorzug zu haben, daß in der erstern die metaphysischen Principien unvermischt mit den mathematischen Constructionen in einem Systeme dargestellet sind, welche Absonderung mehrere Vortheile gewähret. Auch scheint mir Herr Fries in Hinsicht der Grundkräfte ohne gerechte Folge von Kants Entwickelungen abgegangen zu seyn.

Nach der Erfahrung ist Materie im allgemeinen das Bewegliche welches einen Raum erfüllt, oder einnimmt. Das Erfüllen eines Raumes ist aber offenbar eine Wirkung, und diese setzt eine wirkende Ursache d. i. eine Kraft, voraus. Da nun gar kein Grund vorhanden ist, anzunehmen, diese Kraft wirke blos nach einer Richtung, so erhellet, daß die Erfüllung des Raumes nicht anders gedacht werden kann, als nach allen mög-

*) Die mathematische Naturphilosophie nach philosophischer Methode bearbeitet. Heidelberg 1822. 8.

lichen Seiten hin. Es erfüllt daher die Materie einen Raum nicht blos durch ihr Gegenwärtig seyn, sondern durch eine besondere bewegende Kraft. Eben durch diese bewegende Kraft wird es nun erst möglich, daß keine andere Materie in den Raum der erstern dringen kann. Es findet also hiebey nothwendig ein Widerstand statt. Wollte man sich blos vorstellen, daß die Materie durch ihr Daseyn allein den Raum einnehme, so würde man eine Wirkung ohne alle Ursache hinstellen, und es wäre ganz unmöglich einzusehen, auf welche Art sie einer andern Materie bewegende Kraft mittheilen, oder auch von einer andern dergleichen erhalten könnte, da doch nach dem Urtheile aller Physiker die Ursache aller Bewegungen in der Natur, in der Materie selbst liegen soll.

Wenn diese bewegende Kraft, womit die Materie ihren Raum erfüllt, ganz allein wirkend wäre, so würde nichts vorhanden seyn, was derselben Grenzen setzte, mithin würde sie unaufhörlich, obgleich im schwächern Grade, den Raum erweitern, und die Materie müßte ins Unendliche zerstreuet werden. Um also die Materie in gehörige Grenzen zu versetzen, ist eine Kraft nothwendig, welche der vorigen entgegengesetzt ist. Die Möglichkeit einer im bestimmten Raume eingeschlossenen Materie setzt daher nothwendig zwey Kräfte voraus: eine, welche die Materie ausdehnt, und die andere, welche dieser Grenzen setzet. Die erstere heißt gewöhnlich ausdehnende oder expansive, und die andere anziehende oder zusammendrückende, Kraft. Es sind daher diese beyden Kräfte wesentliche Eigenschaften der Materie, und gehören zur Möglichkeit derselben, mithin sind sie ursprüngliche oder Grund-Kräfte.

Uebrigens hat Kant nach richtigen Gründen bewiesen, daß die ausdehnende Kraft, mittelst deren die Materie einen Raum erfüllt, eine bloße Flächenkraft sey. Denn die einander berührenden Theile begrenzen einer den Wirkungskreis des andern, und die Zurück-

ſtoßungskraft kann keinen entfernten Theil bewegen, ohne vermittelſt der dazwiſchen liegenden, und eine quer durch dieſe gehende unmittelbare Wirkung der Materie auf eine andere durch zurückſtoßende Kräfte iſt unmöglich. Eine Anziehungskraft dagegen, mittelſt deren eine Materie einen Raum einnimmt, ohne ihn zu erfüllen, wirkt auch auf entfernte Materie durch den leeren Raum unmittelbar, und es wird daher ihrer Wirkung durch keine Materie, welche dazwiſchen liegt, Grenzen geſetzt. Folglich muß die urſprüngliche Anziehung, welche ſelbſt die Materie möglich macht, eine durchdringende Kraft, und dadurch allein jederzeit der Menge der Materie proportional ſeyn.

Fries ſcheint mir bey Beſtimmung der Grundkräfte von Kant's philoſophiſchen Anſichten mit Unrecht abgegangen zu ſeyn. Er behauptet nämlich gegen Kant, es ſey unmöglich, daß die Philoſophie beweiſen könne: jede Materie müſſe eine Anziehungskraft haben, die in aller Materie der Maſſe proportional wirke. Der Begriff der Anziehungskraft laſſe nämlich unzählige Grade der Stärke der Anziehung zu, und wie könne man unternehmen, a priori zu beſtimmen, welcher von dieſen Graden für eine gewiſſe Quantität der Materie der zugehörige ſey? Dies laſſe ſich nicht denken. Wir müßten die Möglichkeit ins Unendliche verſchiedener Grade der Anziehung und Zurückſtoßung für gegebene Maſſen vorausſetzen. Wenn aber die Erfahrung entſchieden habe, daß ein Kreis von Erſcheinungen durch die Vorausſetzung einer Maſſe proportionalen mit gegebenem Grad der Anziehung im umgekehrten Verhältniſſe der Quadrate der Entfernung wirkenden Kraft erklären laſſe, ſo ſage die reine Theorie dazu, daß dies einer der geometriſch einfachſten Erklärungsgründe ſey; und daß niemand für dieſe Erſcheinungen je eine noch einfachere Erklärung finden werde.

Mich dünkt, daß dieſe Behauptung des Herrn Fries auf folgende Art widerleget würde: wenn zur

Möglichkeit der Materie überhaupt eine Anziehungskraft gehöret, welche in jeder Entfernung auch durch den leeren Raum unmittelbar wirket, so muß diese Kraft einem jeden noch so kleinen Theilchen der Materie zukommen, und die Größe der Kraft muß der Größe des Theilchens gemäß seyn. Hieraus folgt, daß es bey Schätzung der Anziehungskraft der Materie blos auf die Quantität derselben oder auf ihre Masse ankommt. Denn ob es gleich richtig ist, daß über und unter jeder gegebenen Kraft größere und kleinere bis ins Unendliche gedacht werden können, so würde das Anziehen und Abstoßen bis ins Unendliche gedacht nur ein Gedankenspiel seyn, wenn nicht etwas, das angezogen und abgestoßen wird, diesen bis ins Unendliche gehenden Graden völlig gemäß wäre.

Kant schließt nun zuletzt ganz richtig, daß aus der ursprünglichen Anziehungskraft, als einer durchdringenden, von aller Materie, mithin in Proportion derselben, ausgeübten, und auf alle Materie, in alle mögliche Weiten, ihre Wirkung erstreckenden Kraft, in Verbindung mit der ihr entgegenwirkenden, nämlich zurücktreibenden Kraft, die Einschränkung der letztern, mithin die Möglichkeit eines in einem bestimmten Grade erfüllten Raumes, müßte abgeleitet werden können, und daß der dynamische Begriff der Materie, als des Beweglichen, das seinen Raum (in bestimmtem Grade) erfüllt, auf diese Art construirt werden müßte. Aber hiezu bedürfe man eines Gesetzes des Verhältnisses, so wohl der ursprünglichen Anziehung, als der Zurückstoßung, in verschiedenen Entfernungen der Materie und ihrer Theile von einander, welches, da es nun lediglich auf dem Unterschiede der Richtung dieser beyden Kräfte und auf der Größe des Raumes beruhe, in den sich jede dieser Kräfte in verschiedenen Weiten verbreite, eine reine mathematische Aufgabe sey, die nicht mehr für die Metaphysik gehöre, selbst nicht was die Ver-

antwortung betreffe, wenn es etwa nicht gelingen ſollte, den Begriff der Materie auf dieſe Art zu conſtruiren.

Mit Hülfe philoſophiſcher Principien laſſen ſich alſo aus dem allgemein anerkannt empiriſchen Begriffe der Materie nicht mehr als zwey Grundkräfte, nämlich die abſtoßende und anziehende, als weſentliche Eigenſchaften derſelben, beweiſen. Uebrigens iſt es aber unmöglich, urſprüngliche Kräfte a priori ihrer Möglichkeit nach einzuſehen. Die Naturphiloſophie beſteht nur darin, die in der Natur bemerkten, dem Anſcheine nach verſchiedenen Kräfte auf eine geringere Zahl Kräfte, die zur Erklärung der Wirkungen der erſten hinreichend ſind, zurückzuführen, welche Reduction aber nur bis zu den urſprünglichen Kräften fortgeht, über die unſere Vernunft nicht hinaus kann.

Wenn nun aber auch nach philoſophiſchen Gründen, durch Conſtruction der aus dem zum Grunde gelegten empiriſchen Begriffe der Materie hergeleiteten reinen Formen die beyden Grundkräfte richtig ſind gefolgert worden, ſo würde doch eine ſolche Unterſuchung nichts ſeyn, wenn nicht nachgewieſen werden könnte, daß die beyden Grundkräfte in der Natur wirklich angetroffen würden. Was die Anziehungskraft betrifft, ſo iſt darüber unter den Naturforſchern gar kein Streit, ſondern ſie wird allgemein als eine in der Natur wirklich vorhandene Kraft angenommen. In Anſehung der abſtoßenden Kraft hingegen iſt man nicht einig. Einige der neuern Atomiſtiker legen den Atomen eine ſolche Kraft bey, andere aber betrachten die Abſtoßungskraft als Schein, und ſuchen alle Erſcheinungen, bey welchen eine ſolche Kraft wahrgenommen wird, aus den Anziehungskräften der Materien gegen einander zu erklären. Allein wenn man auf Meynungen nicht hartnäckig beharren will, ſo wird jeder bey unendlich mannichfaltigen Wirkungen der materiellen Körper gegen einander zurückſtoßende Kräfte gar nicht verkennen. Wie wäre es möglich, daß ſo mächtige chemiſche Wirkungen der

sich berührenden Materie ganz allein durch Anziehungskräfte entstehen können? Und sollten sich die Theile einer Materie im Raume, welche besonders durch anziehende Kräfte noch nicht begrenzt sind, einander nicht abstoßen, so würde durch Zusammendrückung einer äußern auf sie wirkenden Kraft ihrer Vernichtung nichts im Wege stehen. Kurz die Erfahrung ist der Annahme, daß die Materie ihren Raum durch ausdehnende Kraft erfüllt, nicht im geringsten entgegen. Müssen wir nun außerdem zugeben, daß derjenige Theil der Naturwissenschaft, welcher sich auf Construction der Begriffe in der reinen Anschauung gründet, das Gepräge unbedingter Gewißheit an sich hat, so ist auch nicht der geringste Zweifel vorhanden, anziehende und zurückstoßende Kräfte, als letzte Grundursachen aller Erscheinungen in der Natur anzunehmen.

Soll überhaupt in der Natur ununterbrochene Thätigkeit und Veränderung statt finden, welche blos durch Bewegung gedacht werden kann, so kann dies nicht anders, als durch lauter bewegende Kräfte statt finden. Man muß sich aber wohl hüten, über das, was den allgemeinen Begriff einer Materie überhaupt möglich macht, hinaus zu gehen, und die besondere oder sogar specifische Bestimmung und Verschiedenheit derselben a priori erklären zu wollen. Denn Grundkräfte können nur angenommen werden, wenn sie zu einem Begriff, von welchem es erweislich ist, daß er ein Grundbegriff sey, der von keinem andern weiter abgeleitet werden kann, unvermeidlich gehören, und dieses sind zurückstoßende und anziehende Kräfte überhaupt. Von dieser ihrer Verknüpfung und Folgen können wir allenfalls noch wohl a priori urtheilen, welche Verhältnisse derselben unter einander man sich, ohne sich selbst zu widersprechen, denken könne, aber sich doch darum nicht anmaßen, eine derselben als wirklich anzunehmen, weil zur Befugniß eine Hypothese zu errichten unnachlässig gefordert wird, daß die Möglichkeit dessen, was man

annimmt, völlig gewiß sey, bey Grundkräften aber die Möglichkeit derselben niemals eingesehen werden kann. Und hierin hat offenbar die mathematisch-mechanische Erklärungsart über die metaphysisch-dynamische einen Vortheil, der ihr nicht abgewonnen werden kann, nämlich aus einem gleichartigen Stoffe, durch die mannigfaltige Gestalt der Theile, vermittelst eingestreueter leerer Zwischenräume, eine große specifische Mannigfaltigkeit der Materien, so wohl ihrer Dichtigkeit, als Wirkungsart nach, zu Stande zu bringen. Denn die Möglichkeit der Gestalten so wohl als der leeren Zwischenräume läßt sich mit mathematischer Evidenz darthun, dagegen uns bey der Annahme der Grundkräfte alle Mittel abgehen, den Begriff der specifischen Verschiedenheit der Materie zu construiren, und in der Anschauung als möglich darzustellen. Aber jenen Vortheil büßet dagegen eine blos mathematische Physik auf der andern Seite doppelt ein, indem sie erstlich einen leeren Begriff (der absoluten Undurchdringlichkeit) zum Grunde legen, zweytens alle der Materie eigene Kräfte aufgeben muß, und überdem noch mit ihren ursprünglichen Configurationen des Grundstoffs und Einstreuung der leeren Räume, nachdem es das Erklärungsbedürfniß erfordert, der Einbildungskraft im Felde der Philosophie mehr Freyheit, ja gar rechtmäßigen Anspruch verstatten muß, als sich wohl mit der Behutsamkeit der letztern zusammenreimen läßt. Es ist daher der Natur gemäßer, die Naturerscheinungen auf die dynamischen Erklärungsgründe zu leiten, weil diese allein bestimmte Gesetze, mithin wahren Vernunftzusammenhang der Erklärungen hoffen lassen.

Grundstoffe (Zus. zu S. 843. Th. II.) Herr **Bernhardi** *) hat mehrere Untersuchungen über die Grundformen der Grundstoffe in Hinsicht auf feste Gemische angestellet, nach welchen sie in zwey große

*) Schweigger Journal für Chem. u. Phys. B. XXI. S. 1. f.

Classen zerfallen: nämlich in regelmäßige und unregelmäßige; zu der erstern gehört der Würfel nebst denjenigen Formen, welche durch ein vollständiges Verhältniß der Abnahme aus demselben abgeleitet werden können. Nach **Bernhardi** behaupten die Stoffe von regelmäßiger Grundform in ihrer Verbindung diese Gestalt jederzeit; Stoffe von unregelmäßiger Grundform hingegen bilden durch ihre Vereinigung entweder regelmäßig oder unregelmäßig krystallisirte Körper. Ein Stoff, welcher mit einem andern eine Verbindung eingeht, wird nur dann erst in seiner Grundform verändert, wenn die vereinigten Stoffe im gehörigen Mengverhältnisse stehen. So bleiben z. B. die Metalle als Oxydule in den Grenzen der ihnen zukommenden regelmäßigen Form, während sie dieselbe in den Oxyden mehr oder weniger, und bey erlangter Sauerstoffsättigung gänzlich aufgeben. Herr **Bernhardi** entwarf theils auf dem Wege der wirklichen Ausmessung der Krystalle, theils auf dem noch manchem Zweifel unterliegendem der Vermuthung und Folgerung aus theilweisen Aehnlichkeiten oder Analogien für nachstehende Grundstoffe folgende Abtheilungen:

1. Grundstoffe von regelmäßiger Grundform.

A.	B.	C.
Chlorin	Silicium	Tantal
Fluorin	Argillium	Tellur
Jodin	Zirkonium	Arsenik
Demant	Thorinium	Stibium
	Glycinium	Chrom
	Vitrium	Molybdän
	4.	Scheel
	Magnium	4.
	Calcium	Zinn
	Strontium	Zink
	Baryum	(Cadmium)
	Sodium	u. s. w.
	(Lithium)	
	Kalium	

2. Grundstoffe von unregelmäßiger Grundform.

Sauerstoff	Boron
Stickstoff	Schwefel
Wasserstoff	Phosphor
	(Selen)

Die regelmäßig geformten Grundstoffe nennt **Bernhardi Metalle**; die unregelmäßigen **Urspathe**, und die Verbindungen der erstern mit den letztern **Metallspathe**. Jeder Metallspath kann nur in drey verschiedenen Grundformen erscheinen, nämlich entweder in einer neuen, oder in der Grundform eines der Stoffe, die sich in ihm mit einander verbunden befinden. Nur da, wo Metall und Urspath einander das Gleichgewicht halten (z. B. in den Oxyden) ist die neue, und nur da, wo der Urspath im Maximo zugegen, der Uebergang in die Grundform des Urspaths für das Metall möglich. Urspathe unter sich verbunden erzeugen keine neuen Grundformen, wohl aber bildet die Natur in den organischen Individuen in dem Verein von 2 bis 3 Urspathen und 1 Metall (Kohlenstoff) dergleichen, und zwar, wie es scheint, so vielerley, als verschiedene qualitative Verhältnisse bemerkt werden; so daß es den Anschein gewinnt, als habe die Natur in der Darstellung der Bildungstheile einen Weg betreten, der bis zum Ziele verfolgt dort anlangen lassen würde, wo in Absicht auf Gestaltung, die einzelnen Grundstoffe bereits verweilen. Merkwürdig ist es nun, daß jene Stoffe, welche mit andern mehr als ein festes Verhältniß eingehen, gemeinhin auch nur drey Hauptabstuffungen darbieten; z. B. Oxydule, Oxyd und Hyperoxyd oder Säuren; basisches, neutrales und saures Salz u. s. w. so daß es den Anschein gewinnt, als ob in dem mittlern Verhältniß ein Spannungszustand gegeben sey, der das Gemisch fähig macht, noch einmal mit dem ursprünglichen Ziehwerth, entweder um seiner Grundlage gegen neue, den vorigen entsprechende Mengen seines Verbrennens oder seiner Säure, gegen

neue den schon besitzenden entsprechenden Mengen seiner Grundlage wirksam zu seyn. Dieser Ansicht kann man nicht entgegen setzen, daß z. B. Oxydule eher entstehen als Oxyde; denn daß dies wirklich Statt finde, ist nicht zu beweisen, da man eben so gut annehmen kann, daß zuerst das Oxyd sich bilde, welches dann einer Seits bey Mangel an anziehbarem Sauerstoff, anderer Seits bey Anwesenheit und inniger Berührung noch unverbrannten Metalls, gegen das letztere eine Ziehbestimmung richte und dieser gemäß sich mit demselben vereine.

H.

Haarröhrchen. (Zus. zu S. 546. Th. VII.) Der Herr v. Arnim war auf die vom Herrn Hällström gegen ihn angestellten Versuche, besonders da seitdem die unter dem Artikel: Adhäsion (Th. VIII. S. 40.) kürzlich berührte Theorie des Herrn la Place diesen Gegenstand so vortrefflich aus einander gesetzet hatte, aufmerksam geworden, und stellte in Gesellschaft mit dem Herrn Prof. Gilbert eine Reihe neuer Versuche mit einem Haarröhrchen an, welche in ihren Resultaten mit den Hällström'schen völlig übereinstimmten. Er war nunmehr der Meynung, daß die größere Länge keinen Einfluß auf den Stand der Flüssigkeit im Haarröhrchen habe α). Nach der Theorie des Herrn la Place war dies eine natürliche Folge, und die genauen Versuche der Herrn Havy, Tremery, Gay-Lussac u. s. bestätigten diese Theorie aufs vollkommenste.

Hagel (Zus. zu S. 858. Th. II.) Ueber die Entstehung des Hagels hat sich Volta β) folgende Vorstellung gemacht.

α) Gilbert's Annalen der Physik. B. XXV. S. 479.

β) Collezione dell' opere del Cavali. Conte *Alessandro Volta*, Patricio Comasco, Membro dell' Instituto Reale del Regno Lombardo veneto. T. II. übers. in Gehlen's Journal der Chemie, Phys. u. Miner. Berlin 1808. B. VII. S. 64 ff.

1. Woher entsteht die außerordentliche Kälte, welche der Hagel hervorbringt? Volta glaubt, daß diese vorzüglich durch die äußerst schnelle Ausdünstung entstehe, welche folgende Umstände veranlassen:
   a. die Sonnenstrahlen, welche auf den obern Theil der Wolken fallen, und die zu dieser Zeit am brennendsten sind.
   b. die große Verdünnung und Trockenheit der über der Wolke stehenden Luft, welche vorzüglich durch die Beobachtungen der Herrn de Luc und de Saussure außer Zweifel gesetzet wäre.
   c. die Disposition der Luftbläschen, sich in elastischen Dampf zu verwandeln.
   d. die Elektricität selbst, welche auf eine vorzügliche Art die Ausdünstung begünstige.

Volta glaubt also, daß der Hagel sich wirklich schon in den Wolken befinde, und sich nicht erst beym Herabfallen bilde.

Daß wirklich durch Ausdünstung eine solche Kälte zu wege gebracht wird, führt Volta unter andern Thatsachen die directe Erfahrung an, daß das Wasser durch seine eigene Ausdünstung gefriere, mittelst der hydraulischen Maschine des Erfinders Höll in den Bergwerken zu Schemnitz. Drehe man nämlich in dieser Maschine einen gewissen Hahn, durch welchen Wasser und Luft zugleich mit großer Gewalt herausströmen, wobey sich jenes außerordentlich zerstreuet, und halte man diesem Strom gegen über ein Käppchen, ein Tuch oder etwas ähnliches, so bedecke sich dieses in kurzer Zeit mit einer über eine Linie dicken Eisrinde. (Diese Erklärung des Volta ist jedoch von den neuern Physikern widerlegt. Es ist blos die schnelle Ausdehnung der im Windkessel der Höll'schen Maschine comprimirten Luft, die das mit ihr fortgerissene Wasser in Eisgestalt an die angrenzenden Körper absetzt. Pictet *)

*) Journal der Chemie ꝛc. B. III. S. 481.

in Genf hat diese Erscheinung im Kleinen mit einer Compressionsmaschine zuerst hervorgebracht. Ziegler in Winterthur sahe dieselbe Eiserzeugung, als er die in einem Papinianischen Digestor comprimirte Luft ausströmen ließ *)).

2. Worin liegt der Grund von der Größe und Beschaffenheit der Hagelkörner, und wie können sie so lange schwebend in der Luft erhalten werden, da sie nach Volta's Meynung in den aschfarbigen Wolken als völlig gebildet da liegen, und welche mannichmal ganz unbeweglich unter der finstersten Wolkendecke stehen bleiben? Volta glaubt, daß die Elektricität die einzige Ursache sey, die schon gebildeten Hagelkörner Stundenlang in der Atmosphäre zu erhalten. Vermöge der Elektricität nämlich müssen sich die äußern Theile der Gewitterwolken, welche eine große Menge elektrischer Materie besitzen, heftig zurückstoßen; daher kommt es, daß bey diesen Wolken oft ihre Ränder wie zerrissen oder mit Franzen umgeben aussehen, und die Oberfläche sich an mehreren Orten aufblähet, durch viele Hügel und Erhabenheiten unregelmäßig; nebst dem, daß andere Theile sich nach außen zu verlängern, abreissen, und sichtlich vom Körper der Wolke abgestoßen werden. Bisweilen erscheinen auch dergleichen Wolken auf der untern Seite eingezogen und verdichtet, wahrscheinlich, weil diese Oberfläche weit weniger elektrisiret oder entgegengesetzt elektrisiret ist, und von der obern Fläche angezogen wird. Dieses ist, glaubt Volta, eine der Hauptursachen, durch welche sich die Wolken dichter und dunkeler ausnehmen, als die übrigen. Wenn nun eine starke elektrische Wolke durch den augenblicklichen Frost vermöge einer übergroßen Verdünstung auf ihrer Oberfläche mit unzähligen Eisklümpchen bestreuet ist, so kann man sich vorstellen, daß diese Eisklümpchen von der starken zurückstoßenden Kraft dieser Wolke in die

*) Neues Journal der Chemie. B. I. S. 221.

Höhe geschnellt und zurückgestoßen in einer gewissen Entfernung schwebend erhalten werden. Nachdem die Elektricität der Wolke geschwächt wird, fallen die Hagelklümpchen, die sich nach und nach durch das Hin- und Herspielen an einander hangen und größer geworden sind, nieder; steigen wieder in die Höhe, nachdem sie wieder Elektricität angenommen haben. Nachdem sie nun auf diese Weise durch Vergrößerung ihres Gewichtes so schwer geworden sind, daß sie den Mittelpunkt der schweren elektrischen Wolke überschreiten, so fallen sie auf die Erde.

Auf diese Art, meint **Volta**, lasse sich das lange Schweben des Hagels in der Luft erklären, ein Schweben, welches selbst zur vollständigen Bildung desselben nothwendig sey. Wolle man nun noch weiter die mehr als wahrscheinliche Annahme von zwey oder mehreren Schichten, die entgegengesetzt elektrisirt über einander liegen, zu Hülfe nehmen, so werde die Erklärung leichter und vollständiger. Alsdenn könnten wir uns die Hagelkörner nicht blos schwebend, sondern lebhaft bewegt, und von einer Wolke zur andern überspringend vorstellen, nachdem sie positiv oder negativ elektrisiret wären. Daß die Grundlage eines jeden Hagelkorns ein Schneeflocken ist, darin kommt man allgemein überein. **Volta** stellt sich diese Flocken von einem außerordentlich weit unter dem Gefrierpunkt des Wassers erkälteten Schnee vor; ferner stellt er sich vor, daß diese Flocken zwischen zwey großen Wolkenplatten, die entgegengesetzt elektrisch sind, tanzen und springen, und durch diese ungestüme Bewegung viele Dunstbläschen zerreißen, welche sie auf ihrem Wege antreffen, auch so noch viele von den Wolken selbst, von welchen sie hin und her geworfen werden, und in welche sie sich daher jedesmal mehr oder weniger tief einsenken; daß sie sich noch überdies mit dem Dunste überziehen, welcher nicht die Form des Nebels hat, sondern durchsichtig ist, und der in der feuchten Luft, die sie durch-

streichen, zerstreuet ist; und daß sie auf alle diese Weisen immer neue und neue Eisrinden um sich bilden. Dauert dieses Spiel nur kurze Zeit, so falle ein noch nicht ausgebildeter Hagel, welcher aus kleinen Körnchen (Graupenhagel) bestehe, und der blos bey schwachen und schnell vorübergehenden Gewittern statt finde.

Diese von Volta aufgestellte Theorie von der Entstehung des Hagels hat Herr Prechtl *) zu widerlegen gesucht. Er bemerket, daß alle die Umstände, unter welchen nach Volta die Verdünstung einer Wolke so außerordentlich stark und schnell werden solle, daß sie den obern Theil der Wolke in Eis verwandele, sehr vielen Schwierigkeiten ausgesetzet sey. Denn was a. die Erhitzung einer Wolke durch die Sonnenstrahlen betreffe, so sey es eine ausgemachte Wahrheit, daß die erhitzenden Kräfte der Sonnenstrahlen mit der Höhe über der Erdfläche abnehmen, und daß eine Sonne, deren Strahlen an der Erdfläche das Thermometer auf 25° Reaum. steigen machen, oft in einer Höhe von 200 Toisen den Schnee kaum zu schmelzen vermöge. Es könne daher die Wolke selbst keine andere Temperatur haben, als die Luft in und außer ihr. Aus den Beobachtungen Gay-Lussac's auf seiner zweyten Luftreise folge für die untern Luftschichten bis zu einer Höhe von 1894 Toisen auf jeden Grad der Wärmeabnahme eine Zunahme an Höhe von 98 Toisen. Nehme man nun die Erhöhung der Wolke zu 600 Toisen an, so habe diese eine nun mehr als 6 Grade kältere Temperatur als die Luft an der Erdfläche; und über diese vermöge sie nicht weiter hinauszusteigen, als die sie umgebende, von der Sonne ebenfalls, wie sie, beschienene Luft. Ueberdies beschcine die Sonne das Wasser auf der Erdfläche mit einer weit größern Intensität, als die äußerst feinen in der Luft schwebenden Wasserbläschen, welche die Wolke bilden, und doch komme eben

*) Journal für Chemie, Physik und Mineral. B. VII. S. 225. f.

dieſes Waſſer nie zu der Temperatur, welche die Luft über dem Boden habe, weil dieſer die Sonnenwärme reflectire, das Waſſer aber, noch außer der vorigen Urſache, einen Theil derſelben zur Bewirkung ſeiner Verdunſtung verwende. Daher ſey auch die Luft über der Waſſerfläche merklich kühler, als über dem Boden; woher es auch komme, daß bey einer mit Waſſerdunſt geſättigten Atmosphäre über fließenden und ſtehenden Waſſern ſich Nebel bilden. Wenn man alſo auch annehme, die Wolke werde von der Sonne eben ſo ſtark, als die Waſſermaſſe erwärmt, welches aus den vorigen Gründen nicht einmal der Fall ſeyn könne; ſo werde doch die wahre Temperatur der Wolke immer etwas niedriger ſeyn, als jene der Luft in derſelben Schichte, mithin die Verdunſtung in ihr in dem Verhältniſſe geringer. Man könne daher nicht annehmen, daß die Sonne eine Wolke an und für ſich ſtärker zu erwärmen vermöge, als die ganze umgebende Luft erwärmet werde.

b. Auch die Trockenheit, welche Volta als das zweyte Beförderungsmittel der außerordentlichen Verdunſtung oberhalb der Wolke annehme, ſey zu dieſer Abſicht nicht hinreichend. Denn da nach Dalton's Verſuchen bey gleicher Trockniß der Luft die Verdunſtung nur allein von der Temperatur abhänge, die Wolke ſelbſt aber nach den vorhergehenden Gründen nie eine höhere Temperatur erlange, als die ſie umgebende Luft, ſo könne die Verdunſtung nie ſtärker ſeyn, als ſie jener Temperatur zukomme, welche nach Dalton's Verſuchen nicht beträchtlich ſeyn könne, da jene Wolken höchſtens eine Temperatur von 15° Reaum. beſäßen. Ueberdem ſey dieſe Trockniß, wie ſie Volta über den Wolken annehme, gar keine ausgemachte Wahrheit. Es ſey vielmehr im Gegentheil erweißlich, daß eine ſolche Trockniß gar nicht ſtatt finden könne. Es ſey zwar ausgemacht, daß die Luft nach der Höhe zu immer trockner werde; allein dieſe Trockniß ſey nur in großen Höhen vorhanden, in welche die Gewitterwolken nie hinkämen.

Außerdem hange die Trockniß der Luft von ihrer niedrigen Temperatur ab; und die Trockniß der höhern Luftschichten sey in den gewöhnlichen Fällen eben nur eine Folge der mit der Höhe zunehmenden Wärmeabnahme; in Bezug auf die Verdunstung der Wolke widerstritten sich also die beyden Umstände dieser Trockniß der Luft und der großen Erwärmung der Wolken, die dabey vorgehen solle. Nur durch Kälte könnte diese Trockniß anhaltend über der Wolke vorhanden seyn; bey dieser finde aber nur eine sehr geringe Ausdunstung statt. Ferner verwandele sich bey der Verdunstung das Wasser in eine elastische Flüssigkeit, die sich in der Luft verbreite. Vermindere sich nun die Temperatur, so werde ein proportionaler Theil dieses Dampfes reducirt, und er schlage sich wieder als Wasser nieder, das aber, wie natürlich, so fein zertheilt sey, daß seine einzelnen Theilchen unsichtbar blieben, obgleich sie selbst die Luft undurchsichtig machten. Das übrige Wasser bleibe nach der vorhandenen Temperatur als elastische Flüssigkeit mit der Luft in Verbindung: und die Anziehung dieser immer noch mit Feuchtigkeit gesättigten Luft, welche Anziehung eigentlich ein Produkt der Anziehung des Wassers zu seinen Theilchen und der Anziehung der Luft auf Wasser sey, auf jene äußerst feinen Wasserkügelchen halte diese selbst im Schweben. Jene Anziehung selbst sey um so stärker, je größer die Tendenz des neblichen Dunstes, sich wieder in elastischen zu verwandeln, sey, oder mit andern Worten, je mehr die Temperatur sich wieder zu erhöhen strebe. Von der Stärke dieser Anziehung hange die Dichtigkeit des Nebels ab. Sey die Temperatur nur sehr wenig vermindert, und schwanke zwischen der geringen Erhöhung oder Erniedrigung, so sey jener Wasserdunst sehr fein und gleichförmig in der Luft verbreitet, wie er sich an manchen Sommertagen an einem dunstigen Himmel zeige. Es sey also Volta's Annahme einer sehr großen Trockniß der Luft unmittelbar über der Wolke mit der Existenz dieser Wolke selbst

unverträglich. Die Wolke würde an dieser Stelle nicht vorhanden seyn können, wäre über ihr die Luft mit so wenig Feuchtigkeit beladen. Volta nehme selbst an, daß oberhalb der Wolken, oder im Zwischenraume zwischen den beyden Wolkenschichten, zwischen welchen das elektrische Spiel der Hagelkörner vorgehen solle, Wasserdunst vorhanden sey, der sich auf diese Körner niederschlage und durch Frost ihre Eisrinden bilde. War diese Luft vorher trocken, so sey kein Grund vorhanden, warum sie jetzt feucht seyn sollte, da ihre Temperatur nun, wo in ihr der Hagel gebildet werde, viel kälter seyn müsse, als vorher jene der Luft oder der Wolke, die von der Sonne beschienen würde; da die Feuchtigkeit der Luft bey hinlänglich vorräthiger Wassermenge nur von der Temperatur abhange.

Aus dem Bisherigen folge schon, daß auch die dritte Bedingung der außerordentlichen Veränderung einer Wolke, welche Volta angebe, die Disposition der Dunstbläschen, sich in elastischen Dampf zu verwandeln, nicht als gültig angenommen werden könne. Niemand werde jemals, auch eine dünnere Wasserschichte, die stark von der Sonne beschienen werde, so schnell haben verdunsten sehen, als doch bey einer solchen Disposition der Dunstbläschen der Fall seyn müsse.

In wie fern endlich die Elektricität in der Wolke die schnelle Ausdünstung bewirken solle, so müsse hier beachtet werden, daß nur die schon gebildeten Gewitterwolken sich elektrisch zeigten, keinesweges aber die Wolken vor der Entstehung des Gewitters als elektrisch angesehen werden könnten; welches hier der Fall wäre, da ihre Elektricität als eine der Ursachen der Entstehung des Gewitters angesehen werde.

Als Seltenheit des Hagels giebt Volta den Grund an, daß die angeführten vier Umstände nur selten zusammentreffen könnten, um durch jene große Verdunstung die Bildung des Hagels zu bewirken. Herr Prechtl glaubt aber gerade das Gegentheil, und meint,

daß diese Umstände wohl bey allen Gewittern im Sommer zusammentreffen müßten, wenn ihre Wirkungen gegründet wären.

Uebrigens zeigt Herr Prechtl, daß die Annahme auf die Thatsache der durch Verdunstung bewirkten Kälte, und auf die analoge Erscheinung der Gefrierung des Wassers durch verdunstenden Aether, welche Volta annimmt, keinesweges dazu hinreiche, eine solche Wirkung durch die Verdunstung, welche eine Wolke erleide, hervorzubringen.

Was endlich die Wirkung der Höll'schen Maschine in Schemnitz, worauf sich Volta stütze, betreffe, so sey es außer Zweifel, daß diese Erscheinung keinesweges in der Verdünstung des Wassers, sondern vielmehr in der Dilatation der comprimirten Luft gegründet sey.

Noch weit größern Schwierigkeiten scheint Herrn Prechtl die Annahme Volta's ausgesetzet zu seyn, daß nämlich die durch die vorgegangene Kälte auf der Oberfläche der Wolken entstandenen Eiskügelchen von der Repulsivkraft der stark elektrischen Wolke von der einen Wolke abwechselnd in die Höhe geworfen werden. Denn

1. sey gar kein Grund vorhanden, warum die Repulsivkraft der elektrischen Wolke nicht so gut alle übrigen obern Theile derselben in die Höhe werfen, d. h. zerstreuen sollte, als die Eiskügelchen selbst.

2. könne man nicht einsehen, aus welcher Quelle die Wolke immer neue Elektricität erhalte, weil sie durch das beständige Emporsteigen der Eiskörner zerstreuet werde. Ueberdies könne auch die obere und untere Fläche der Wolke unmöglich mit entgegengesetzter Elektricität begabt seyn, wie Volta voraussetze, indem nur ein elektrischer Nichtleiter diese Fähigkeit besitze; es sey aber bekannt, daß feuchte Luft nicht isolire, und daß feuchte, noch weniger neblichte Luft keiner elektrischen Ladung fähig sey. Ferner entstehe zwar beym Niederschlagen der Dünste zu Nebel Elektricität; allein es lasse

ſich gar nicht begreifen, wie die Wolke dieſe Elektricität einen Augenblick an ſich halten könnte. Geſchehe dieſer elektriſche Tanz der Hagelkörner nach Volta zwiſchen zwey elektriſchen Wolken, ſo kämen zu allen vorigen wieder neue Schwierigkeiten und Gegengründe hinzu; denn

1. müſſe die Elektricität der Wolken eine Intenſität beſitzen, die über alle Begriffe gehe. Die Entfernung zwiſchen zwey Wolken z. B. welche die gehörige Kraft haben ſollten, Hagelkörner von 10 Unzen auf und nieder ſpielen zu laſſen, müſſe wenigſtens 250 Fuß betragen. Und ſey wol eine Elektricität im Stande, die große Geſchwindigkeit eines Körpers, die er nach einem Falle von 250 Fuß erhalte, und welche noch durch die zurückſtoßende Kraft der obern und die anziehende der untern vergrößert werden müßte, mit ſeiner eigenen Schwere ſo gänzlich zu elidiren, daß er nicht einmal einen leichtern Dunſt zu durchdringen vermöge, durch den noch wol eine Pflaumfeder zu Boden falle? Ein feſter, von ſo großer Höhe herabfallender Körper könne wol ein dickes Bret durchſchlagen, oder ſich auf einer feſten Fläche in tauſend Theilchen zerſtäuben.

2. Müßten die zwiſchen den Wolken ſchwingenden Hagelkörner, ſo wie ſie ihr Gewicht durch neue Anſätze vermehrten, vorausſetzen, daß auch die elektriſche Kraft der Wolke in demſelben Verhältniſſe zunehmen müßte, wenn der Tanz fortfahren ſolle; oder ſie müſſe anfänglich ſchon ſo groß geweſen ſeyn, daß ſie auch die großen Körner am Ende des Tanzes noch zu werfen vermöge, mithin die ganze Zeit über unverändert ſich erhalten haben. Das letztere nehme Volta ſelbſt nicht an, er finde es hingegen natürlich, daß die Wolken nach und nach ihre Elektricität zerſtreuen, und auch mit der Zeit näher an einander rücken. Aber dieſe allmählige Zerſtreuung der Elektricität ſey mit der ſteten Vergrößerung der Körner bey fortwährendem Tanze nicht verträglich. Mit der Vergrößerung der Körner

müßte vielmehr die Elektricität der Wolken oder ihre Entfernung von einander zunehmen, wovon gar kein Grund anzugeben wäre.

3. Trete hier noch ein Gegengrund ein, der sich ebenfalls auf den ersten Fall mit einer einzigen Wolke beziehe. Die Wolke, als eine sehr feuchte Luft, sey ein mehr oder weniger guter elektrischer Leiter; das Eis aber ein Nichtleiter. Es sey aber bekannt, daß ein Nichtleiter von dem elektrischen Leiter zwar angezogen, aber von ihm nicht wieder zurückgestoßen werde. Aus diesem Grunde sey die physische Möglichkeit nicht zu begreifen, wie die auf der Fläche der Wolke gebildeten kleinen Hagelkörner von derselben abgestoßen werden könnten.

Ueberdies blieben auch nach Volta's Theorie noch einige der wichtigsten Erscheinungen und Umstände, welche beym Hagel vorkommen, unerklärt und unerklärbar. In der Nacht treffe, obgleich seltener, Hagel ein. Nach Volta könne dies nicht anders erkläret werden, als daß man annehme, der völlige Hagel habe sich schon am Tage zur Zeit der größten Sonnenhitze gebildet, aber sich während der Zeit über der Wolke schwebend erhalten. Wer werde aber glauben können, daß eine solche Hagelmasse, welche ein Paar Quadratmeilen durch ihr Fallen zu verwüsten vermöge, 6 bis 8 Stunden über in der Luft schweben bleiben könne, vorzüglich aber in der Nacht, wo die feuchte Luft, und der Niederschlag aus derselben die Elektricität der Wolken schneller als beym Tage ableiten müßte?

Unmittelbar nach dem Ausbruche des Hagels oder nach dem Donnerschlage, welcher dem Sturze des Hagels vorhergeht, erhebt sich immer ein plötzlicher Sturm, um so heftiger, je größer der Hagel ist. Bey kleinem Hagel scheint er nur ein einfacher Sturmwind zu seyn, bey größern wird er ein Wirbelwind. Woher soll nach Volta dieser Sturm kommen? Ein solcher ist aber jederzeit ein Begleiter sehr starker Gewitter, die ge-

wöhnlich mit Hagel begleitet sind. Was ein Hagelwetter bestimmt und wesentlich bezeichnet, ist seine Localität. In kleinen Landesstrichen ist der Hagel ganz unbekannt, und in andern scheint er zu Hause zu seyn, obgleich beyde kaum 10 Meilen von einander liegen, und gleichwohl können sehr oft die zum Hagel erforderlichen Umstände nach Volta's Theorie auch in jenen Strichen vorkommen. Diese Oertlichkeit des Hagelwetters müsse nothwendig auf einen Umstand deuten, der zur Bildung desselben wesentlich sey, und der sich nach Volta's Theorie nicht finde. Ferner müßten nach Volta's Theorie die Gewitterableiter die Bildung des Hagels eben so verhüten, wie in öftern Fällen die Anhäufung des Gewitters. Wenn der untern Wolke die Elektricität entzogen sey, so könne der elektrische Tanz des Hagels weder eintreten, noch fortfahren. Allein die Ableiter verhüteten den Hagel nicht, vielmehr schienen sie ihn zu beschleunigen; der größte Theil der Hagel entlade sich über Städte und Dörfer, die mit Thurmspitzen versehen seyn, dann gewöhnlich vom Blitze getroffen würden, über große Felder mit einzelnen hervorragenden Bäumen, über einzelne Landhäuser und ihre Umgebungen, oder über eminirende Anhöhen.

Halogen s. Salzsäure, dephlogistisirte.

Harnstoff (urea, ureum, urée) (N. A.) ist ein wesentlicher Bestandtheil des Urins, welcher durch eine gelinde Verdunstung aus dem Urin eines gesunden Menschen, der 6 bis 8 Stunden nach dem Essen gelassen worden, bis zur Syrupsdicke gewonnen wird. Man läßt nämlich diese Syrupsmasse erkalten, und übergießt sie alsdenn in verschiedenen Antheilen, unter Einwirkung gelinder Wärme, mit dem 8 fachen Gewichte Alkohol, wodurch der größte Theil der krystallinischen Masse aufgelöset wird. Diese Auflösung destillirt man hiernächst so weit ab, bis der Rückstand einem dicken Syrup ähnelt. Aus diesem krystallisirt sich beym Erkalten der Harnstoff in sich kreuzenden Blättern,

welche viereckig, unvollkommen, oder an ihrem Rande abgestumpft sind, und eine weißgelbliche, glänzende, an einigen Stellen ihrer Oberfläche aber eine braune Farbe haben. Diese Krystalle bilden eben den Harnstoff, mit welchem bisher chemische Versuche sind angestellet worden, ob er gleich noch nicht ganz rein ist.

Dieser Stoff hat einen stinkenden Geruch, welcher dem des Knoblauchs oder verdampfenden Arseniks ähnlich ist. Der Geschmack ist scharf und stark, und hat Aehnlichkeit mit dem ammonikalischen Salze. Er ist sehr klebrig, schwer zu schneiden, hart, körnig, sehr fest in der Mitte, auf der Oberfläche wieder weich, und ähnelt einem dicken Honig.

Vom Wasser und Alkohol wird der Harnstoff sehr leicht aufgelöset. Der Analyse von Fourcroy und Vauquelin zu Folge enthalten 100 Theile Harnstoff

39,5 Sauerstoff
32,5 Stickstoff
14,7 Kohlenstoff
13,3 Wasserstoff

100

M. s. Annales de chimie. Vol. XXXII. p. 85. etc. übersetzt in Crells Annalen. 1800. B. I. S. 130. 230. 244. 342.

Heber. (Zus. z. S. 891. B. II.) Eine ganz neue Art von Hebern wurde gegen Ende des vorigen Jahrhunderts in Frankreich unter dem Namen Belier hydraulique entdeckt, welche Maschine man wegen ihrer Wirkung in Deutschland mit der Benennung Stoßheber beleget hat. Auch haben einige sie den hydraulischen Widder genannt. Wahrscheinlich mag der Erfinder dieser Maschine Viallon seyn, und die beyden Gebrüder Montgolfier mögen sie wohl zu mehrerer Vollkommenheit gebracht, und in der Anwendung allgemeiner gemacht haben. Dieser Stoßheber hat nach

der Beschreibung des Herrn Prof. Wrede *) folgende Einrichtung: Die Fig. 15. stellt das Profil eines solchen aus Kupfer verfertigten Stoßhebers vor. AB ist ein senkrecht stehendes Wassergefäß, mit einer senkrechten Röhre darunter, oder ohne dieselbe, die sogenannte Fallröhre. BLMC ist eine wagrecht liegende Verbindungsröhre, welche das in AB eingegossene Wasser dem Windkessel GH zuführet, und die Leitröhre heißen mag; dieser giebt man 2, 3 oder mehrere Zolle Weite, und 40, ja mehrere 100 Fuß Länge, wovon die Größe der Wirkung mit abhängt. An dem Ende, an welchem sie mit dem Windkessel verbunden ist, erweitert sie sich elliptisch, um dem erstern Ventile C, welches sich nach innen herabwärts öffnet, einen gehörigen Spielraum zu verstatten. Unmittelbar unter dem Windkessel ist die Leitröhre etwas in die Höhe gebogen, um dem Wasser desto weniger Hinderniß in den Weg zu legen, wenn es in die Oeffnung des Windkessels hineindringt. Ueber dieser letztern befindet sich ein zweytes Ventil D, welches sich nach oben öffnet. In dem Windkessel GH ist die Steigröhre GHIK etwas gekrümmt, um das zweyte Ventil in seiner Bewegung nicht zu stören; übrigens geht sie bis nahe an den Boden des Windkessels, ist bey H luftdicht eingeschroben oder eingelöthet, und bildet am obern Ende einen Haken, so daß aus dem kürzern Schenkel IK das aufgestiegene Wasser in einem ununterbrochenen Strahle (ohne Windkessel, aber nur stoßweise) ausströmen muß. Die Weite dieser Röhre kann 1 oder $1\frac{1}{2}$ Zoll betragen. Ihre Höhe ist willkührlich, und kann desto größer seyn, mit je mehr Gewalt das Wasser in der Fallröhre und Leitröhre wirkt. Um den Ventilen eine recht leichte Bewegung zu verschaffen, und sie in ihrer Lage, in der sie genau an die Oeffnungen anschließen müssen, unverrückt zu erhalten, hat man beyde Ventile mit Axen oder Spindeln versehen, welche

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XIX. S. 55. ff.

recht gut geglättet sind, und in dem durchbohrten Kopfe eines über der Oeffnung befestigten Bügels E gehn. Das erste Ventil hat überdies noch eine Stellschraube F, durch die bestimmt wird, wie tief es fallen soll; denn je näher diese Stellschraube, oder der unter ihr auf die Ventilaxe gesteckte hohle Cylinder, dem Bügelkopfe gebracht wird, wenn das Ventil geschlossen ist, desto weniger sinkt dieses letztere, indem es spielt, gegen die untere Wand der elliptischen Erweiterung bey C herab, und desto schneller stößt das andringende Wasser es wieder zu.

Soll der Heber in Gang kommen, so wird das erste Ventil C geschlossen, und das Gefäß AB mit Wasser gefüllt. Das Wasser tritt durch das zweyte Ventil in den Windkessel, und setzt sich, nach hydrostatischen Gesetzen, mit dem in AB vorhandenen Wasser ins Gleichgewicht. Darauf drückt man das erste Ventil nieder, und zieht die Hand schnell zurück. Sogleich strömt Wasser aus der bis dahin verschlossenen Oeffnung bey E, und nun beginnt das Spiel der Maschine. Das Wasser in der Fallröhre drückt auf das Wasser in der Leitröhre, und dieses auf beyde Ventile. In demselben Augenblicke, in welchem das erste Ventil vom Wasser zugeschlossen wird, muß das zweyte sich öffnen, und es steigt Wasser in den Windkessel, welches die Luft darin zusammendrückt, und diese treibt das Wasser in die Steigröhre hinauf. Nachdem das zweyte Ventil sich wieder geschlossen hat, öffnet sich das erste von neuem; dann wird es abermals vom zudringenden Wasser zugestoßen, worauf das zweyte Ventil sich öffnet, und eine neue Portion Wasser in den Windkessel und die Steigröhre tritt. Dieses Spiel geht solchergestalt ununterbrochen fort, so lange noch hinreichender Wasservorrath in der Fallröhre ist, oder so lange man den Wasserverlust in der Leitröhre durch neuen Zufluß in der Fallröhre auf eine schickliche Art ersetzt. Nach und nach wird so viel Wasser in die

Steigröhre getrieben, daß es oben ausfließt, wenn man sie nicht für die bewegende Kraft des Wassers in der Fall- und Leitröhre zu hoch genommen hat.

Es läßt sich aber auch eine solche Einrichtung treffen, bey welcher die Fallröhre entbehret werden kann; denn man darf nur der Leitröhre eine gegen den Horizont geneigte Lage geben, wie sie die Linie AC vorstellet, so wird, vermittelst des Wasserdrucks auf die schiefe Fläche, und nach den Gesetzen des Falles auf dieser letztern, die vorige Wirkung der Maschine hervorgebracht, so bald die drückende Masse des Wassers der im ersten Falle gleich, und überhaupt eine Bewegung mit derselben Geschwindigkeit vorhanden ist. Dies sind kürzlich die Erscheinungen, welche sich an jedem gehörig eingerichteten Stoßheber zeigen.

Da die Wirkung dieses Stoßhebers oder des hydraulischen Widders gegen die Gesetze der Hydrostatik zu seyn schien, so unternahmen es mehrere Mathematiker, die Gründe, auf welchen diese so sonderbare Wirkung beruhet, zu entwickeln, und zugleich mit gehörigen Versuchen zu bestätigen. Ja es wurden von mehreren gelehrten Gesellschaften Preise auf die genaue Entwickelung der Theorie des Stoßhebers gesetzt. Der Herr Commissionsrath Busse in Freyberg erhielt hievon einen Preis, nachdem bereits schon vorher die Herrn Wrede und Eytelwein einige Bemerkungen und Versuche über die Wirkung und vortheilhafte Anwendung des Stoßhebers gemacht hatten.

Um die Wirkung des Stoßhebers blos zu erklären, legte sich Herr Wrede folgende drey Fragen zur Beantwortung vor:

1. Warum öffnet sich das erste Ventil wieder, nachdem es einmal zugestoßen worden ist, da sein eigenes Gewicht nicht hinreicht, den Druck des Wassers im Zustande der Ruhe dieser Maschine zu überwältigen, sondern nach Umständen mehrere Pfunde Druck hinzukommen müssen, um es zu öffnen?

2. Warum schließt sich das zweyte Ventil wieder so schnell (und selbst, wenn es mit einem Gegengewichte versehen ist), da es doch in dem umgebenden Wasser, als einem Mittel, das sehr starken Widerstand leistet, beträchtlich aufgehalten werden und nur ganz langsam niedersinken müßte?

3. Warum steigt das Wasser in der Steigeröhre zu der zehnfachen, ja zwanzigfachen Höhe der Fallröhre und noch höher empor, da es doch nach dem Gesetze sowohl des hydrostatischen Gleichgewichtes, als auch der lothrechten Bewegung des Wasserstrahls bey Springbrunnen höchstens (d. h. im Widerstand freyen Mittel) die Höhe der bis oben angefüllten Fallröhre erreichen sollte?

Zur Beantwortung dieser Fragen stellte Herr **Wrede** zuerst Versuche an, und legte dabey die bekannten Gesetze des Stoßes zum Grunde, und suchte durch Vergleichung derselben mit der Erfahrung zu zeigen, daß zur Theorie des Stoßhebers, und zuförderst zur gründlichen Erklärung seiner Wirkungen, keine andere, als längst bekannte Lehrsätze der Physik oder der angewandten Mathematik, nöthig sind.

Seinen Versuchen zu Folge, welche er mittelst einer sehr einfachen Maschine angestellet hatte, ergeben sich folgende Sätze:

1. Eine eingeschlossene in Bewegung gesetzte Wassersäule ist im Stande, eine andere eingeschlossene, oder ruhende, auf welche sie mittelbar stößt, zu heben und in ein Schwanken zu versetzen, ungeachtet die letztere weit höher ist, als die erstere.

2. Je stärker die Bewegung ist, in welche die niedrigere Wassersäule versetzet wird, desto stärker fällt das Schwanken der höhern Säule aus, auf welche sie mittelbar stößt, und desto auffallender sind die Oscillationen beyder Säulen.

3. Eine niedrigere eingeschlossene Wassersäule setzt eine höhere in Bewegung, auch wenn sie unmittelbar auf dieselbe stößt.

4. Je größer die Bewegung der niedrigern Säule ist, desto größer fällt auch wieder die mitgetheilte Bewegung der höhern Wassersäule aus, es sey denn, daß der Druck dieser letztern unüberwindlich, und darum keine Bewegung möglich ist.

5. Durch den unmittelbaren Stoß der niedrigern auf die höhere Wassersäule dringt ein Theil der erstern in den Raum der zweyten ein, um sie in die Höhe zu schieben; der eingedrungene Theil wird durch das Ventil abgefangen, und vergrößert nun das Volum der zweyten Wassersäule; daher muß das Wasser in der längern Röhre PQ einen größern Raum einnehmen, d. h. steigen, und zuletzt überfließen, wenn sie nicht gar zu lang ist.

Aus diesen Erfahrungen erkläret nun Herr **Wrede** die Wirkungen des Stoßhebers auf folgende Art: Nachdem das Wasser durch die Oeffnung des ersten Ventils an der Leitröhre bey E ausströmt, erhält es eine der Fallröhre AB zugehörige Geschwindigkeit, und wird sowohl in der Fallröhre als auch in der Leitröhre in Bewegung gesetzt. Vermöge dieser letztern schiebt es einen jeden Körper, der keinen unüberwindlichen Widerstand leistet, vor sich her, und reißt ihn in der Richtung seines Stromes mit sich. Daher wird nun das in der elliptischen Weiterung etwas hochliegende Ventil auch mit fortgerissen, und gegen die Oeffnung E gestoßen, welche dadurch verschlossen wird. Nun ist die Bewegung der Wassermasse in der Fall- und Leitröhre zwar gehemmt, aber noch nicht sofort aufgehoben, und in eine negative oder rückgängige verwandelt; daher dauert sie noch eine Zeitlang dahin fort, wo der Widerstand am kleinsten ist. Dies findet nur bey gehöriger Festigkeit der Wände der Fall- und Steigeröhre, unläugbar bey dem zweyten Ventile statt. Ist die Kraft,

welche dieſes Ventil gegen den Boden des Windkeſſels drückt, nicht größer, als die bewegende Kraft des von unten anſtoßenden Waſſers, ſo muß es dieſem ausweichen, und ihm den Eintritt in den innern Raum des Windkeſſels verſtatten. Dadurch wird dem hier vorhandenen Waſſer eine Bewegung mitgetheilt, die ſich bis zu dem in der Steigeröhre befindlichen Waſſer fortpflanzet. Da nun das letztere nach keiner andern Richtung, als nach der Höhe einen Spielraum hat, ſo muß es aufwärts ausweichen, d. h. ſteigen, und den waſſerleeren Raum der Steigeröhre weiter anfüllen, wenn nämlich das von unten eingedrungene Waſſer vermittelſt des zweyten Ventils abgefangen, und eben dadurch genöthiget wird, das Volum der tragbaren Flüſſigkeit im Windkeſſel zu vergrößern.

Das nun darauf erfolgende Wiedereröffnen des erſten Ventils rührt von keiner andern Urſache, als von der Oscillation her, in welche das Waſſer nach dem Eindringen in die Steigröhre geräth. Dieſe Oscillation bleibt bey keinem einzigen Schlage des einen oder andern Ventils im Stoßheber aus. Mann kann ſich davon am beſten durch den Augenſchein überzeugen, wenn man zur Leitröhre eine durchſichtige gläſerne Röhre wählet, und einige kleine Luftblaſen durch eine krumm gebogene Röhre in ſelbige bringt. Das Waſſer erhält dadurch eine rückgängige Bewegung, nachdem nämlich das zweyte Ventil zugefallen iſt. Wenn alſo das zweyte Ventil ſich geſchloſſen hat, ſo muß ſich jedesmal das erſtere wieder öffnen; denn der Druck des Waſſers gegen das erſte Ventil läßt nun nach, da es ſich aus dem obern Theile der elliptiſchen Erweiterung und aus der Krümmung unterm zweyten Ventile zurückzieht, mithin von dem Gewichte des erſtern Ventils keinen Widerſtand leidet.

Auch die Bewegung des zweyten Ventils wird durch die Oscillation des Waſſers hervorgebracht, bey der jede Waſſerſäule in den verſchiedenen Röhren abwechſelnd

eine zwiefache Bewegung hat, nämlich eine durch den Fall gleichförmig beſchleunigte, und eine durch die Schwere gleichförmig verminderte. Dadurch, daß das Waſſer in der Röhre AB fällt, erlangt es die Kraft das Waſſer in der Steigröhre aufwärts zu bewegen. Indeſſen wirkt die Schwere dieſem letztern in jedem kleinſten Zeittheilchen entgegen, wodurch die aufwärts gerichtete Bewegung in eine gleichförmig verminderte verwandelt und zuletzt = o wird. Sobald dies geſchehen iſt, ſinkt die über dem Ventile in der Steigröhre befindliche Waſſerſäule wieder herab, vermöge ihrer Schwere, und ſchiebt nicht nur das Ventil, ſondern auch das darunter befindliche Waſſer, von welchem es getragen wurde, ſo weit zurück, bis der Widerſtand des Ventils unüberwindlich geworden iſt, d. h. bis es den Boden des Windkeſſels berührt. Das zweyte Ventil ſchließt ſich alſo deshalb ſo ſchnell wieder, weil die aufwärtsgehende Bewegung des Waſſers in der Steigröhre nur eine ſehr kurze Zeit dauert, und weil es durch die von oben herabdrückende Waſſerſäule der Steigröhre (imgleichen durch die comprimirte Luft des Windkeſſels), mit Gewalt gegen die Oeffnung der Leitröhre zurückgeſtoßen wird. Hieraus läßt ſich begreifen, warum der Heber von dem Zuſchlagen eines jeden Ventils zittert; denn dies könnte unmöglich bey dem zweyten Ventile ſtatt finden, wenn dies blos durch ſein eigenes Gewicht, das im Waſſer noch um ein beträchtliches geringer iſt, zufiele.

Wie aber endlich eine ſo niedrige Waſſerſäule in der Fallröhre AB im Stande ſey, einer ſo viel mal höhern Waſſerſäule in der Steigröhre nicht allein das Gleichgewicht zu halten, ſondern ſie ſogar zu überwältigen und zu nöthigen aus der obern Mündung der Steigröhre auszufließen, läßt ſich nunmehr ebenfalls beantworten. Der Boden des Windkeſſels leidet von dem über ihm ſtehenden Waſſer einen Druck, der dem Gewichte einer Waſſerſäule gleich iſt, deren Grundfläche

= der Fläche des Bodens des Windkessels und deren Höhe = DI ist. Daß dieser Druck den in der Fallröhre überwiegt, ist klar, und es kann also der Wasserdruck in der Fallröhre gegen den Druck in der Leitröhre nichts ausrichten. Es muß daher die Geschwindigkeit, womit sich das Wasser in der Fallröhre beweget, wenn das erste Ventil geöffnet worden ist, eine bewegende Kraft hervorbringen, durch welche der Druck des Wassers in der Steigröhre überwältiget werden kann. Diese bewegende Kraft kann keine andere seyn, als der Stoß, welcher von der Menge Wassers abhängt, welche bey jedem Zeitmomente aus dem ersten Ventile ausströmt. Um also die Kraft dieses Stoßes in der möglichst größten Wirkung hervorzubringen, muß die Ausgußröhre am ersten Ventil eine solche Größe erhalten, daß dadurch die größt möglichste Geschwindigkeit des Wassers in der Leitröhre hervorgebracht wird. Da nun bey gleichen Geschwindigkeiten die bewegenden Kräfte sich wie die Massen verhalten, so muß auch der Wasserstoß in der Leitröhre desto größer seyn, je mehr Wasser in derselben sich bewegt, mithin je größer der innere Raum der Leitröhre ist. Dieser Raum kann nun entweder nach der Weite oder nach der Länge der Röhre vergrößert werden. Im erstern Falle würde nicht allein die Geschwindigkeit des Wassers in der Leitröhre verlieren, sondern auch mancherley nachtheilige Umstände eintreten; daher wird weit zweckmäßiger die Leitröhre mehr in der Länge ausgedehnet, und weniger weit genommen werden müssen, damit sie eine große Menge Wasser auf einmal fassen, und dieses einen desto größern Stoß thun könne. Auch lehren alle mit dem Stoßheber angestellte Versuche, daß längere Leitröhren besser, als kürzere, wirken. Eben durch diese bewegende Kraft des Wassers in der Fall- und Leitröhre, wird es nun auch begreiflich, wie bey jedem Stoße die viel höhere Wassersäule in der Steigröhre immer höher gehoben werden kann, natürlich

bis zu einer Grenze, über welche keine Erhebung mehr möglich ist.

Andere Bemerkungen und Versuche über die Wirkungen des Stoßhebers kann man übrigens in der schätzbaren Schrift des Oberbauraths Eytelwein nachlesen (Bemerkungen und Versuche über die Wirkung und vortheilhafte Anwendung des Stoßhebers. Berlin 1805.)

Höfe um die Sonne und den Mond, Halonen. (Zus. zu S. 920. Th. II.) Um diese Naturerscheinung, welche Sonne und Mond in den Wolken und Dünsten der Atmosphäre erzeugen, gründlich zu erklären, hat in den neuern Zeiten besonders **Gilbes Walkes Jordan** *) mehrere Beobachtungen angestellet. Aus allen diesen zeiget er weitläuftig, daß sich **Descartes, Huygens** und **Newton** über die Entstehung dieser Erscheinung geirrt haben. Vielmehr sucht er dieselbe durch die Beugung des Lichtes zu erklären, wie dies schon **Hube** gethan hat, wie im angeführten Artikel angeführet ist. **Jordan** zeigt indessen die Umstände genauer, als **Hube**, an, unter welchen die Halonen entstehen. Er bemerket, daß ein Wassertröpfchen, welches in einen Lichtstrahl im dunkeln Zimmer gebracht werde, dieselbe Farbensäume, wie jeder andere Körper, hervorbringen werde. Allein die Umstände bey diesem Versuche, und die, in welchen ein Wassertröpfchen sich in einer Wolke befindet, sind nicht dieselben. Seinen Versuchen gemäß erscheinen die farbigen Säume nur alsdenn, wenn der Lichtstrahl durch die Anziehung, welche die Schneiden des sehr kleinen Loches auf ihn äußern, divergent gemacht ist, und daß die farbigen Säume nicht in parallelen Strahlen entstehen können, welche an den Grenzen der Körper lediglich einen breiten Rand von weißem inflektirtem Lichte bewirken. Ein einzelnes Wassertröpfchen vermag daher in den paral-

*) An Account of the Irides os Coronae, which appear round to the Bodies of the Sun, Moond and othe luminous objects; übers. in Gilbert's Annal. d. Phys. B. XVIII. S. 44. ff.

lelen Sonnenstrahlen keine farbigen Säume hervorzubringen. Wenn dies aber auch wirklich der Fall wäre, so wäre es doch wegen der Farbenfolge unmöglich, daß durch das Tröpfchen auf diese Art farbige Kreise in der Ordnung der Farben, wie wir sie in Höfen sehen, dargestellt werden könnten. Violet und blau sind die innern, gelb und roth die äußern Farben solcher Farbensäume; folglich müßten umgekehrt die Höfe zu innerst roth, zu äußerst blau und violet erscheinen, welches gegen die Erfahrung ist.

Jordan ist der Meinung, daß die Halonen nicht anders erkläret werden können, als durch die Bildung farbiger Säume, welche durch Inflexion des parallelen Lichtes entstehen.

Fällt nämlich in ein verfinstertes Zimmer Licht durch ein Loch, welches so weit ist, daß die Strahlen parallel bleiben, und nähert man denselben in paralleler Lage und in einerley Ebene einander die Schneiden zweyer Körper (Fig. 16.) A, B, so theilet sich endlich das zwischen diesen hindurch gehende Licht, und bildet an jeder der beyden Schneiden eine vollständige Folge farbiger Lichtsäume, welche in der Linie in der Mitte zwischen beyden Schenkeln, C, anfangen, und deren Farben von dieser Linie ab nach den Schneiden, vor C nach A, und von C nach B zu, gerade in derselben Ordnung sind, wie in den farbigen Säumen, die an einer Schneide entstehen, wenn man von der Schneide ausgeht. Rechnet man dagen auch hier von den Schneiden aus, von A nach C, und von B nach C, so haben die Farben in diesen Säumen gerade die entgegengesetzte Ordnung, als in den Farbensäumen, welche die Schneide eines einzigen Körpers in dem Lichte eines durch ein sehr kleines Loch einfallenden Strahls hervorbringt.

Die Folge der Farben in diesen Lichtsäumen von der Mitte des Lichtes zwischen beyden Schneiden, von C nach A und von C nach B, zu gerechnet, ist folgende: Bläulich, Grün, Weiß, Gelb, Roth; Purpur,

Blau, Blaßgrün, Gelb, Roth; Grün, Blaßgelb, Roth; Blaßgrün, Roth; Weiß, Blaßroth; Weiß. Diese Farbenreihen lassen sich zu jeder Zeit im Sonnenlichte zwischen den parallelen Schneiden zweyer Körper hervorbringen, wenn diese in die dazu günstigen Umstände versetzet werden, und man das Tageslicht und den Rest der Sonnenstrahlen abhält, welche jenes schwache farbige Licht unsichtbar machen.

Das Licht wird hierbey von dem Körper, bey welchem es zunächst vorbey geht, gebeugt, und der entferntere Körper bewirkt darin die Farben. Da nun das Licht desto stärker gebeuget wird, je näher es bey dem beugenden Körper vorbey geht, so muß das Blau, das der Linie in der Mitte zwischen beyden Seiten C zunächst liegt, weniger nach dem beugenden Körper zu abgelenket werden, als das Roth, das weiter von der Mitte C ab liegt und näher vor der Schneide vorbeygeht.

Es seyn also (Fig. 17.) A, B, C, D, E, F, G, H, I, K kleine Wassertropfen oder Wasserkügelchen, welche einander so nahe sind, daß sie das Licht, welches zwischen ihnen hindurchgeht, beugen, und zu beyden Seiten, von der Mitte ihres Zwischenraumes ab, in Farbensäume vertheilen. Die Farbenreihe von der Mitte des Zwischenraumes zwischen B und C ab, nach B zu, bestehe aus den Strahlen vb, vi, vh; vg, vf, ve; vd, vc, va. Von diesen wird der erste Strahl, der dem direkten Strahle (welcher das Sonnenbild selbst zeigt) zunächst liegt, ins Auge des Beobachters bey E kommen. Dieser erste Strahl ist der am wenigsten gebeugte, und muß daher der blaue oder purpurfarbene vb, zunächst bey der Mitte des Zwischenraumes der beyden Tropfen seyn, welcher Zwischenraum sich, da er sehr klein ist, und weit vom Auge abliegt, als einen Punkt betrachten läßt. Von allen übrigen Strahlen vi, vh . . . oder vg, vf . . . aus der zweyten, oder vd, vc, va aus der dritten Folge von Farben kommt keiner mehr in das Auge bey E, und eben so wenig

einer der Strahlen, welche an der andern Seite des Punktes in der Mitte, nach C zu, liegen. Gerade so wird von den Strahlen, welche zwischen den beyden Tropfen C und D die farbigen Säume bilden, wieder nur eine einzige Art Strahlen xy ins Auge bey E gelangen, und zwar die, welche zunächst stärker gebeugt ist, d. i. die gelbe. Eben so werden von den Strahlen zwischen D und F nur die rothen ins Auge bey E kommen. Diese Strahlen zusammengenommen werden eine Reihe leuchtender Punkte von verschiedenen Farben, blau, gelb, roth, darstellen, und dergleichen müssen aus denselben Gründen rings umher um den leuchtenden Körper erscheinen, und so entsteht also der erste farbige Ring der Höfe, zunächst um Sonne und Mond. Die andern farbigen Ringe werden völlig auf dieselbe Art durch die stärker gebeugten Strahlen, welche näher bey den Tropfen vorbeygehn, vermittelst weiter abliegender Tropfen gebildet, und so tragen alle Tropfen rund umher, so weit es die Gränzen des Lichts und andere bedingende Umstände erlauben, zur Bildung des Phänomens mit bey.

Die Lichtmenge, welche auf diese Art zur Bildung der farbigen Höfe mitwirkt, ist beträchtlich viel größer, als sie es beym Durchgange der Strahlen durch die Kügelchen, welcher immer mit zwey Reflexionen und Brechungen verbunden ist, zu seyn vermöchte, und ist in der That nicht viel geringer, als die Menge direkten Lichtes dicht um Sonne und Mond. Da aber das, welches zunächst bey den Tröpfchen vorbeygeht, durch sie beträchtlich gebeuget, zerstreuet, und dadurch geschwächt wird, so werden die weiter abliegenden Farbenreihen immer schwächer, und zuletzt unsichtbar.

Die Breite der Farbenringe hängt erstens von der Nähe der Kügelchen bey einander ab, zweytens haben die Dicke und Ausdehnung des Dunstes oder der Wolke, durch welche das Licht hindurchgeht, darauf Einfluß. In Wolken von beträchtlicher Dicke können

die Strahlen, nachdem sie zwischen einer Reihe von Wassertröpfchen hindurch gegangen sind, noch durch andere Tröpfchen, dicht neben denen sie vorbeygehen, verändert werden. Indem diese das mehr directe Licht auffangen, zuvor schon gefärbtes Licht noch stärker beugen, und zuvor gebeugtes in farbige Strahlen sondern, so vergrößern sie die Breite der Farbenfolgen, vermindern aber zugleich die Helligkeit und Deutlichkeit derselben. Und auch dieses stimmt mit der Erfahrung überein.

Dieser Ursache ist es zuzuschreiben, warum, wenn Sonne oder Mond niedrig stehen, und daher ihre Strahlen horizontal schwebende Wolken sehr schief treffen, sich um sie her nur eine einzige Farbenfolge zeiget, nämlich ein Kreis von verwaschenem Weiß, der die oben angegebenen Breiten bey weitem übertrifft, und sich mit einem so schwachen und entfernten Gelb und Roth endiget, daß man diese äußersten Farben nur mit Mühe, und nicht immer in ansehnlicher Entfernung von dem leuchtenden Körper in den dunkeln Massen, welche Wolken in dieser Lage bilden, auffinden und erkennen kann. Sieht man Sonne oder Mond durch große Wolken von Nebel oder durch neblichte Luft, so erscheint dieser Kreis oft von unbedeutender Breite, und von so unregelmäßiger Form, daß er an einigen Stellen kaum $\frac{1}{2}^{o}$ breit ist, an andern dagegen sich nach verschiedenen Richtungen weit hin verbreitet. Dieses erkläret sich aus dem langen Durchgange der Strahlen zwischen Tröpfchen. Man sehe durch eine sehr dünne Flocke von Wolle oder Baumwolle nach Sonne oder Mond, so wird man um diese Himmelskörper die erste Farbenfolge wahrnehmen, die aus Weiß besteht, das sich mit Gelb und Roth endigt. Legt man zwey oder drey solcher Flocken über einander, so zeigt sich dagegen diese Farbenfolge genau so unregelmäßig und verkleinert, wie in dem eben angeführten Falle.

Ist der Nebel von so großer Ausdehnung, daß sich gar kein farbiger Rand oder Lichtrand um Sonne und Mond zeigt, so fangen diese Himmelskörper selbst an, beträchtlich an Glanz abzunehmen, und erscheinen in verschiedenen Nuancen von Gelb und von Roth, bis sie ganz verdunkelt werden.

Die Atmosphäre ist in der That nie ganz von entbundenen Theilchen frey, welche die Lichtstrahlen zu beugen, und auf dem weiten Wege des Strahls durch sie hindurch erst die am meisten beugbaren, und dann auch die minder beugbaren Farben abzusondern vermögen, zuerst die blauen, und dann die gelben und rothen. Daher entsteht die blaue Farbe des Himmels, indem die blauen Strahlen aus dem durchfallenden Lichte völlig ausgesondert werden; daher das Gelb und Roth und der vergrößerte Durchmesser der Sonne und des Mondes am Horizonte; und daher die Veränderungen in der Stelle der Himmelskörper, welche man der Strahlenbrechung zugeschrieben hat.

Den Höfen ganz ähnlich und völlig auf diese Art gebildet, sind, nach Jordan, die farbigen Ringe, welche die Sonne, den Mond, oder eine Lichtflamme zu umgeben scheinen, die man durch Dunst, z. B. bey Versuchen mit luftleeren Recipienten, oder durch dünne Flocken Wolle oder Baumwolle, oder durch die Zwischenräume zwischen den Fäden dünner Gewebe von Baumwolle, Flachs, Seide oder Wolle sieht, u. s. f.

Gegen die Meynung des Herrn Jordan, daß nämlich Ringe blos größere Höfe seyn sollen, bemerket besonders Herr Brandes, daß man nie Ringe von 10° oder 15° Halbmesser gesehen habe, sondern daß von den größern Höfen (deren Halbmesser etwa 5° betrug) zu den Ringen von 22° Halbmesser gar kein Uebergang statt finde. Ob eben diese größern Ringe aus der Theorie des Regenbogens oder sonst auf eine andere Art sich erklären lassen, das könne er nicht entscheiden. Selbst die Beschreibung des Phänomens,

welche Jordan davon gegeben habe, sey nicht genau; denn es sey, wenn ein solcher Ring gesehen werden solle, gar nicht nothwendig, daß Sonne oder Mond niedrig stehe, oder durch sehr dicke Nebel scheine. Man sehe diesen Ring mannichmal, wenn der Himmel nur mit einem blassen Dunste bedeckt sey, welcher den Mond noch sehr klar durchblicken lasse *).

Höhenmessung (barometrische) (Zus. zu S. 955. Th. II.) Mit diesem wichtigen Gegenstand hat sich in den neuern Zeiten besonders la Place beschäftiget. Seine Untersuchungen gaben ihm diese Formel

$$x = 56448\,(1 + \tfrac{1}{2}(t + t')\,.\,0{,}005)\,(\log \alpha - \log y)$$

in Pariſ. Füßen,

wo α den corrigirten Barometerstand des untern Standpunktes, und t die zugehörige Temperatur der Luft, y aber den corrigirten Barometerstand des obern Standpunktes, und t' die zugehörige Temperatur der Luft andeutet. Der barometrische Coefficient 56448 rührt von Herrn Ramond her, welcher aus mehreren genauen Beobachtungen mit dem Barometer gezeiget hat, daß mit diesem Coefficienten die Formel des Herrn la Place die Höhe der Berge genauer, als jede andere Formel, und der Wahrheit außerordentlich nahe geben soll. Allein Herr Prof. Gilbert β) hat hinreichend gezeiget, daß diese Formel des Herrn la Place keine andere, als die auf 0° Wärme und auf das Centesimalthermometer reducirte Regel des Herrn de Luc ist. Zugleich führet Herr Gilbert ganz richtig an, daß alle übrige Umstände, auf welche man bey Höhenmessungen mittelst des Barometers bisher Rücksicht genommen hat, bey Seite gesetzt, es noch vorzüglich auf die Spannung des der Atmosphäre beygemengten Wasserdampfes ankomme. Diese letztere hange nämlich von der Wärme und vom Hygrometerstande auf eine sehr zusammenge-

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XI.

β) Ebendaselbst. B. XXVI. S. 152. ff.

setzte Art ab, und wachse nach einem sehr viel stärkern Verhältnisse als die Wärme. Das Mittel aus der Spannung des Wasserdampfes an der untern und der obern Station falle immer tief unter das wahre Mittel aus der Spannung des Wasserdampfs an allen Orten der Luftsäule. Aus diesem Grunde habe die de Luc'sche Regel noch nicht die wahre Form. Es müssen die Correctionen wegen der Wärme und wegen des Wasserdampfs genau getrennt werden. Erstere ist seit den Versuchen Dalton's und Gay-Lussac's genau bekannt; sie beträgt für jeden Grad des Centesimalthermometers 0,00375 des ganzen für 0° Wärme gefundenen Werths. Auf letztere hat man dagegen bey Entwickelung barometrischer Formeln noch gar keine Rücksicht genommen. Es bleibt daher immer noch eine genauere Regel zu barometrischen Höhenmessungen zu wünschen übrig, in welcher eine Correction wegen der Spannung des Wasserdampfes in der Atmosphäre angebracht ist.

Mariotte's Verfahren suchte Herr Benzenberg zu verbessern und weiter zu verfolgen, und berechnete Tafeln, welche die Höhe der Luftschichten von 29,00 Zoll Barometerstand bis zu 23,00″ Barometerstand, durch alle Hunderttheile von Zollen hindurch, enthalten α). Eben so haben Jabbo Oltmann's β), B. v. Lindenau γ), Biot δ), Engelfield ε), d'Aubuisson ζ) und Horner η) barometrische Tafeln für la Place's und ähnliche Formeln berechnet.

α) Beschreibung eines einfachen Reisebarometers, nebst einer Anweisung zur leichtern Berechnung der Berghöhen u. s. w. Düsseldorf 1810. 8.

β) tables barometriques. Paris 1809.

γ) tables barometriques. Leipz. 1809.

δ) tables barometriques portatives. Paris 1811.

ε) Gilbert's Annalen der Physik. B. XXXVIII. S. 249.

ζ) Ebendaselbst. S. 271.

η) Ebendaselbst. B. XXXIX. S. 468.

Herr de Luc *) hat von neuem barometrische Höhenbeobachtungen angestellet, um durch Erfahrung den barometrischen Coefficienten auszumitteln. Er maß daher auf dem nahe bey Genf liegenden Berg Salève die absoluten Höhen 14 gewählter Stationen so viel möglich genau; die höchste dieser Stationen lag ungefehr 3000 Pariſ. Fuß über dem Genfer See. In ihnen stellte er eine große Menge Barometer- und Thermometer-Beobachtungen an, fand aber bey gehöriger Vergleichung, daß es keinen beständigen barometrischen Coefficienten gebe, welcher die Regel auf einerley Werth der Höhenunterschiede zu bringen vermöge, selbst wenn er die Verbesserung wegen der Verschiedenheiten der Temperatur nicht vernachlässigte. Herr de Luc schließt aus diesen Anomalien, daß die beyden Bedingungen, auf welche allein in der Formel gesehen ist, nicht alle Ursachen der Veränderungen in der Dichtigkeit der Luft erschöpfen. Er hatte ungefehr 600 Beobachtungen, welche er alle so classificirte, daß die Summe der Abweichungen der daraus berechneten von den wirklich gemessenen Höhen, in plus und in minus ganz oder sehr nahe gleich wurden, und suchte nun die Ursachen dieser Irregularitäten aufzufinden.

Der Einfluß derselben war dadurch schon sehr vermindert worden, daß er eine Verbesserung wegen der Temperatur der zwischen beyden Stationen befindlichen senkrechten Luftsäule eingeführet hatte; sie beruhte auf der Wirkung des Feuers als Ursache der Ausdehnung der Luftschicht, welche mittelst des Barometers abgewogen worden war; denn das Feuer ist eine expansible Flüssigkeit, welche in der Luft einen gewissen Raum einnimmt, ohne die Masse (das Gewicht) derselben merklich zu vermehren. Aber damit war noch nicht alles corrigirt. Herr de Luc schloß daraus, daß eine andere elastische Flüssigkeit, welche sich unsern Sinnen

*) *Nicholson's* journal of natur. philosophy Dec. 1810.

entziehe, und die unsere Instrumente nicht nachzuweisen vermögen, Ursache desjenigen Theils dieser Irregularitäten sey, welche sich aus den Veränderungen der Temperatur nicht erklären lassen.

Diese Flüssigkeit könnte wohl der Wasserdampf seyn, eine Idee, auf welche Herr de Luc dadurch geführet wurde, daß der Wasserdampf specifisch leichter als die Luft ist. Da er damals noch der Meynung war, wie es gewöhnlich geschieht, daß Anhäufung desselben in dem Luftkreise die Ursache des Regens sey, so glaubte er, die relative Menge desselben in der Luft müsse nach Verschiedenheit der Umstände sehr verschieden seyn, und darin möge wenigstens eine der Ursachen der zu erklärenden Anomalien liegen.

Er versuchte nun die merkwürdige, ob schon nicht beständige Uebereinstimmung zu erklären, welche man zwischen den Veränderungen des Barometerstandes an demselben Orte, und den Abwechselungen von Regen und heiterm Wetter wahrnimmt. Die zunehmende Menge Wasserdampfs in einem gegebenen Theile der Atmosphäre vermindere, meinte er, den Druck desselben auf das Barometer, und zugleich erzeuge sie den Regen. Um über diesen Gegenstand richtige Data zu erhalten, kam es darauf an, ein zuverlässiges Hygrometer zu erhalten, welches die Modificationen der verdunsteten Materie in der Luft anzuzeigen vermöge. Herr de Saussure, welcher dem Verfasser in dieser besondern Untersuchung zuvor kam, entdeckte die Unrichtigkeit dieses Systems, welches vieles für sich zu haben schien, und das er anfangs selbst angenommen hatte. Er zeigte durch unmittelbare Versuche, daß, wenn gleich der Wasserdampf specifisch leichter, als die Luft ist, zwischen seinem Maximum und Minimum in der Atmosphäre doch nur ein so kleiner Unterschied statt findet, daß sich daraus nur ein sehr kleiner Theil der Barometerveränderungen erklären läßt. Herr de Luc gab daher seine Theorie auf, d. h. seine Erklärung der

Veränderungen im Gewichte der Luft an einem gegebenen Orte, aus den veränderlichen Mengen des Wasserdampfs, welchen die Luft enthalten kann.

Er mußte daher auf den Gedanken zurück kommen, die merkwürdige Uebereinstimmung zwischen den Witterungsveränderungen und den Barometerveränderungen sey der Wirkung irgend einer andern elastischen Flüssigkeit zuzuschreiben, welche eben so unwägbar als das Feuer sey, und durch ihr Anhäufen den Druck der Luft über einen Landstrich vermindere, und zugleich die Zersetzung der Luft einleite, da denn zu Zeiten Regen allein oder in Begleitung von andern Meteoren folge, zu andern Zeiten aber die elastische Flüssigkeit sich früher wieder zerstreue, und keine andere Wirkung, als das Fallen des Barometers, hervorbringe.

Diese Untersuchungen führten ihn daher zuletzt auf den Schluß: daß alle atmosphärische Erscheinungen unter einander so genau verbunden sind, und so innig mit der Natur der luftförmigen Flüssigkeiten, zum wenigsten der des Wassers, des Lichtes, des Feuers und der elektrischen Flüssigkeit zusammenhangen, daß sich über die Natur dieser Körper nichts mit Wahrscheinlichkeit festsetzen läßt, wenn man nicht das Ganze der Wirkungen vor Augen hat. Wenn uns daher eine dieser Flüssigkeiten eine neue Erscheinung oder irgend eine neue bis jetzt unbekannte Eigenschaft darbietet, so dürfen wir diese in der Meteorologie nicht vernachlässigen, so weit sie auch von den Operationen, welche gewöhnlich im Luftkreise vorgehn, abzuliegen scheinen mögen.

Herr Prof. **Benzenberg** hat bey Gelegenheit von Höhenmessungen, welche er in der Schweitz angestellet hatte, auf den Einfluß des Wasserdampfs nach der **Dalton**'schen Theorie Rücksicht genommen. Er fand, daß er eben so viel ausmacht, als die Correction wegen Abnahme der Schwere in senkrechter Richtung. Nach **Dalton** trägt die Wasserdampf-Atmosphäre ge-

wöhnlich eine Queckſilberſäule von 0,42 Zoll Höhe. Wenn daher der mittlere Barometerſtand 28,18 Zoll iſt, ſo würde er ohne die Waſſerdampf-Atmoſphäre 27,76 Zoll ſeyn. Herr Benzenberg hat nun hiernach der Vorſtellung Dalton's gemäß, wie nämlich die verſchiedenen Beſtandtheile der atmoſphäriſchen Luft gemengt ſind, berechnet, wie groß der Druck eines jeden dieſer Beſtandtheile auf das Barometer iſt. Hiernächſt hat er in einer Tafel die Barometerhöhen angegeben, bey welchen Rückſicht auf den Waſſerdampf in der Atmoſphäre nach Dalton's Theorie iſt genommen worden.

Neuere Unterſuchungen über die Spannung des Waſſerdampfs in der atmoſphäriſchen Luft, wovon man den Artikel: Dämpfe (Th. VIII. S. 419. u. f.) nachleſen kann, haben aber gezeiget, daß Dalton's Theorie nicht genügend iſt. Es bleibt daher immer noch zu wünſchen übrig, daß eine allgemeine Regel, in welcher die Correction wegen der Spannung des Waſſerdampfs in der Atmoſphäre berückſichtiget wäre, nach den neuern genauern Anſichten entwickelt werden möchte.

Höhenrauch, Haarrauch, Heiderauch, Sonnenrauch, Meerrauch, Heerrauch, Moordampf, Landrauch (N. A.). Darunter verſteht man trockene Nebel, welche die Atmoſphäre mehr oder weniger verdunkeln, daß man oft die Sonne durch ſelbigen entweder gar nicht, oder wenigſtens nicht in ihrem gewöhnlichen Glanze ſehen kann, und aufs Hygrometer keine Wirkung äußern. Den Höhenrauch findet man in manchen Gegenden, beſonders in den Sommermonaten, ſehr häufig, wie z. B. in Weſtphalen, in andern Gegenden dagegen, wie z. B. in Pommern, ſeltener. Seine Entſtehung und Wirkungen ruhen noch in einer dunkeln Ungewißheit. Erſt in den neuern Zeiten hat man auf dieſen Rauch eine größere Aufmerkſamkeit gerichtet. Im Jahre 1784. wurde vom Herrn Prof. Hemmer in Dortmund auf Reinoldi Kirche ein Bliß-

ableiter angeleget. Bey dieser Gelegenheit ersuchte er einen dasigen nahe bey dieser Kirche wohnenden Kaufmann, Herrn Feldmann, diesen Blitzableiter genau zu beobachten, und die etwa dabey wahrgenommenen ungewöhnlichen Erscheinungen ihm mitzutheilen. Diese mit möglichster Sorgfalt gemachten Beobachtungen leiteten Herrn Feldmann sehr bald auf die Spur, daß der nun sehr häufig erscheinende Höhenrauch allemal mit einer gewitterschwangern Luft in der genauesten Verbindung stehe. Diese Idee theilt er seinem noch jetzt lebenden Bruder, Herrn Feldmann, mit, und beyde kamen nun sehr bald gemeinschaftlich zu dem Resultate, welches sie für gewiß annahmen: daß nämlich der Heerrauch jederzeit von einem auf eine ganz eigene unerklärbare Art zersetztem Gewitter herrühre. Nach dem Tode des erstern seit 1800 setzte letzterer seine Beobachtungen über diesen Gegenstand fort, und fand; wie er glaubt, folgende unbezweifelte Gewißheiten: Es entsteht nie Höhenrauch, als bey einer mehr oder weniger gewitterschwangern Atmosphäre, wovon dann auch seine größere oder geringere Stärke oder Schwäche abhängt.

Bald nach einem zum Ausbruch gekommenen Gewitter entsteht niemals Heerrauch.

Eben so wenig kommt bald nach einem starken Heerrauch ein Gewitter zum Ausbruch, wohl aber, doch selten, nach einem schwachen, wenn nämlich die Zersetzung des Gewitterstoffs nicht radikal ist.

Der Nordwind scheint am geeignetsten zu dieser Zersetzung, weil der Heerrauch bey demselben am gewöhnlichsten und häufigsten erscheinet; jedoch hat derselbe ihn aber auch sehr oft bey andern und zwar bey allen andern Winden von Ost bis Süd und von dort bis Nordwest beobachtet.

Uebrigens bemerket Herr Feldmann noch, daß der Heerrauch auf die Vegetation einen auffallend treibenden selbst übertreibenden Einfluß habe, weit mehr, als

selbst der fruchtbarste, mildeste Gewitterregen, wenn anders nicht die Dürre schon zu groß ist *).

Die meisten sind jedoch der Meinung, daß der Heerrauch in dem Westphälischen von dem Abbrennen der Moore im Münsterlande, die um diese Zeit zur Einsaat des Buchweizens urbar gemacht werden, herrühre. So bemerket ein Beobachter der Natur, daß die Meynung, der Heerrauch entstehe aus dem Moorbrennen in Holland, Ostfriesland ꝛc. sehr viele Anhänger und eine hohe Wahrscheinlichkeit für sich habe. Sollte die Ansicht über das Entstehen des Heerrauchs des Herrn Feldmann die richtige seyn, so müsse man folgende zwey Sätze als erwiesen betrachten können:

1. Daß der Heerrauch bey jedem Winde gleich häufig sey, und zuerst entstehe.

2. Daß derselbe, wenn er aus den Moorbränden entstanden, nicht mehr elektrische Materie, als die gewöhnliche Atmosphäre, enthalten könne, und daher die Erscheinungen am Blitzableiter ꝛc. nicht hervorbringen würde.

Der erste Satz allein widerspreche schon der Herleitung des Heerrauchs aus zersetzten Gewittern. Wäre dies möglich, so müßte derselbe bey jedem Winde zuerst entstehen können, auch in derjenigen Zeit, wo die Luft am meisten mit Gewittermaterie angefüllt sey (im Julius) am häufigsten sich zeigen. Die Erfahrung lehre nun aber, daß bey Nordwest und Nordwinde derselbe zuerst erscheine, und nur nach diesem auch bey andern Winden sich sehen lasse, und gerade in derjenigen Periode zuerst und am häufigsten, wenn das Moorbrennen seinen Anfang nehme.

Was den zweyten Satz betrifft, so glaubt der Verfasser, daß der aus den Moorbrennen entstandene Heerrauch allerdings mehr elektrische Materie enthalten könne, als

*) Der Erzeher oder Rheinisch-Westphälischer Anzeiger. Jahrgang 1821. Künste u. Wissenschafts-Blatt. St. 26. S. 401. ff.

die gewöhnliche Atmosphäre. Denn der Moor enthalte viel Oeltheile und Erdpech, auch dem Geruche nach Schwefeltheile. Aus dem Brennen dieser Theile entwickelten sich, wie bekannt, elektrische Stoffe, wie man dies sehr deutlich bey feuerspeyenden Bergen wahrnehme. Auch die gewöhnliche Feuchtigkeit der Moore eigne sich zur vorzüglichen Entwickelung der elektrischen Materie.

Diesen und mehreren Ansichten zu Folge sey es daher weit wahrscheinlicher, daß der Heerrauch im Moorbrennen gewöhnlich seinen Ursprung habe. Daß dies aber allemal die einzige Ursache desselben sey, wolle er jedoch nicht behaupten. Der Rauch feuerspeyender Berge und das Abdampfen der Lava könne eben so ganze Länder mit einem ähnlichen Rauche erfüllen.

Der Herr Prof. u. D. Finke *) hat durch vieljährige Beobachtungen über den Moor- und Heerrauch einige Aufschlüsse zu geben versucht. Er bemerket zuerst, daß der von dem brennenden Moorlande herkommende Rauch bis zu einer verschiedenen, oft sehr bedeutenden Entfernung durch den Wind fortgeführet werde, und in einer verschiedenen Intensität erscheine, nach Beschaffenheit des Windes und dem Umfange des brennenden Moorlandes. Er unterscheidet drey verschiedene Grade des Moordampfs: das Minimum, das Medium und das Maximum, welches letztere vorzüglich in Betrachtung kommt und folgende Erscheinungen darbietet:

Gewöhnlich kommt Nachmittags um 4 oder 5 Uhr eine dunkle Wolke aus Nord oder Nordwest angezogen, gleicht anfangs einer Gewitter- oder Regenwolke, löst sich aber dann beym günstigen Winde schnell in Dampf oder Rauch auf, die Sonne verliert ihren Schein, eine unangenehme Kälte entsteht, so wie ein eigener unangenehmer Geruch.

---

*) Naturhistorische Bemerkungen, betreffend eine auf vieljährige meteorologische Beobachtungen sich stützende Beschreibung des Moordampfs in Westfahlen, und seiner nachtheiligen Einflüsse auf die dortige Witterung u. s. f. Hannover 1820. 8.

Von diesem Moordampfe hält Herr Finke den Höhenrauch für sehr verschieden, und bezieht sich besonders auf den gewaltigen, fast ganz Europa überziehenden Heerrauch vom Jahre 1783, welchen einige von den zu jener Zeit statt gehabten Erdbeben in Calabrien herleiten wollten, andere aber für den so genannten Steppenrauch halten von den unermeßlichen, um das asovische, schwarze und caspische Meer, an dem See Aral und weiter gegen Hochasien hinauf gelegenen Ebenen, die jährlich von den herumziehenden mongolischen und tartarischen Horden, um frischen Graswuchs zu befördern, angezündet werden, und der damals durch einen langen Luftzug von Ost nach West über ganz Europa verbreitet wurde.

Herr Finke führet nun an, daß die Eigenschaften beyder Arten von Rauch eine große Verschiedenheit zeigen:

Der Höhenrauch war warm, der Moordampf bringt Kälte; beym Höhenrauch hatte die Sonne eine feinrothe Farbe, beym Moordampf ist sie verdunkelt; der Höhenrauch hielt Tag und Nacht an, der Moordampf verliert sich gewöhnlich während der Nacht; der Höhenrauch hatte keinen Wind in seiner Begleitung, beym Moordampf findet dieser statt; der Höhenrauch verlor sich etwas beym Regen, beym Moordampf wird fast nie Regen bemerkt; der Höhenrauch ließ keinen besondern Geruch wahrnehmen, der Moordampf hat einen eigenthümlichen Geruch; der Höhenrauch wirkte nachtheilig auf die Vegetation, nicht aber der Moordampf; der Höhenrauch stellte sich spät im Juni ein, der Moordampf erscheint schon im May; der Höhenrauch verbreitete sich über die halbe Welt, nicht so der Moordampf; der Höhenrauch kam mit Nordostwinde, der Moordampf am häufigsten mit Nordwestwinde.

Hiernächst führet Herr Finke an, welchen bedeutenden Einfluß, seinen angestellten Beobachtungen zu Folge, der Moordampf auf die Witterung hat.

1. Vertreibt der Moordampf den Regen. Starker Moordampf und starker Regen kommen nie zugleich vor. So oft stark Moor gebrannt wurde, trat auch anhaltende Dürre ein, und die häufigsten Regenwolken, welche in jedem Augenblicke sich zu ergießen schienen, wichen den Moordämpfen und zogen vorbey.

2. Vertreibt der Moordampf die Gewitter, und sein Einfluß auf diese ist noch auffallender und gewisser. Nur hat schwacher Moordampf diese Eigenschaft allerdings nicht, und bey diesem können Gewitter statt finden, so wie denn auch, wenn das Gewitter aus Südost schnell herangeflogen kommt, während sich der Moordampf in Nordwest befindet, vorzüglich wenn er nur in seinem Medium ist.

3. Das Moorbrennen erzeuget Wind. Es kommt derselbe gemeiniglich, und wenn er sein Maximum erreicht, immer mit Wind, oft mit starkem Winde.

4. Ist der Moordampf kalt, und giebt zu Nachtfrösten Veranlassung. Schon an und für sich, auch ohne Wind, ist der Moordampf dem Gefühle nach kalt. Wenn aber derselbe mit Wind verbunden ist, so wirkt er nicht allein auf das Gefühl, sondern auch aufs Thermometer.

Endlich führt Herr Finke noch Einiges über den schädlichen Einfluß an, den der Moordampf auf andere Körper und Substanzen äußert. Auf die lebende Vegetation, die Menschen und Thiere, scheint er vorzüglich in so fern nachtheilig einzuwirken, als er oft plötzlich eine bedeutende Kälte erreget. Die jungen Pflanzen verfrieren, Mißwachs wird durch die Dürre veranlaßt, und so bedeutender Nachtheil, besonders für die ärmere Klasse der Menschen, herbeygeführt. Heftige Rheumatismen, durch die plötzliche Temperaturveränderung, aber auch Kopfschmerzen, Augenzufälle hat der Herr Verfasser durch den Moordampf entstehen sehen.

Gegen diese angeführten Merkmale des Moorrauchs und des Höhenrauchs des Herrn Finke bemerket ein

gewisser Herr Knoop, daß sie seinen sorgfältigen Beobachtungen zu Folge unter den beyden Arten dieses Rauchs nicht nur nicht zusammentrafen, sondern sich sogar auffallend widersprächen. Er führet mehrere Thatsachen an, daß der Moordampf durchaus keine trockene Witterung zur Folge habe, vielmehr fand sehr oft das Gegentheil statt. Uebrigens glaubt Herr Knoop, daß der östliche Höhenrauch die nämliche Entstehungsursache mit dem nordwestlichen habe, wenn auch viele von den angegebenen Merkmalen der Unterscheidungen beyder Arten dagegen sprechen sollten.

Der Herr D. Arn. Mallinkrodt führet an, daß im Jahre 1821. zu Ende des Augusts und im September mehrere Tage bey Nordwind ein anhaltender Heerrauch gewesen wäre, wo doch kein Torfmoor mehr gebrannt würde. Vielmehr sey an diesen Tagen Abends ein starkes Wetterleuchten wahrgenommen worden, und er schließt daher, daß der Heerrauch in diesen Fällen unmöglich vom Moorbrennen herzuleiten sey, vielmehr ist er mit Herrn Feldmann der Meynung, daß der Heerrauch elektrischen Ursprungs sey. Der Geruch desselben sey nämlich dem des elektrischen Funken ähnlich, oft auffallend gleich, und man rieche, so zu sagen, die Elektricität der Luft. Der Geruch der brennenden Moore habe mit diesem elektrischen Geruch ebenfalls viel Aehnlichkeit. Seinen Beobachtungen zu Folge habe er aber den Höhenrauch nie anders, als bey Gewitterluft bemerket, selbst auch im Winter zuweilen, besonders im Februar. Herr Mallinkrodt glaubt daher, daß der Heerrauch eine Folge der Gewitterzersetzung sey, die gewöhnlich bey Nordwind sich äußere. Die Aehnlichkeit des Geruchs mit dem Torfmoorbrande lasse sich erklären, eben so der Zusammenhang mit dem Torfmoorbrande Ende May und Juni, weil um diese Zeit Gewitterluft gewöhnlich sey, und die Moorbrände leicht Nordwinde herbeyführten.

Mit dieſer Meynung ſtimmen einige Bemerkungen des Herrn D. Doench in Vlotho überein. Seine Gründe für dieſe Meynung ſind folgende: der Höhenrauch ſtellt ſich nur dann ein, wenn allen Anzeigen nach Gewitter in der Luft ſind. Er führet hiebey mehrere Fälle an, aus welchen dies deutlich hervorgehet.

Der Geruch dieſes Höhenrauchs beweiſe ganz deutlich, daß er Phosphor und Schwefel mit ſich führe, und da dies auch allerdings die nämlichen Beſtandtheile im Moor oder Torf wären, weshalb auch durch die Verbrennung gerade der nämliche Geruch hervorgebracht werde, ſo habe dies nicht unſchicklich zu jener Hypotheſe Veranlaſſung gegeben.

In der Regel komme der Höhenrauch mit Nordweſtwinde, und möge auch dieſer mit Veranlaſſung zu ſeiner Entſtehung geben, ſo wie ſich derſelbe überhaupt in dürren Sand- und Heideebenen am meiſten bilde, und ſich wegen anziehender Kraft der Berge gegen dieſen Rauch vorzugsweiſe in die Berggegenden ziehe. Uebrigens ſchade der Höhen- und Landrauch durchaus nicht der Vegetation, da er auch etwas azotiſches Gas, worin vorzüglich alle Pflanzen gut fortkämen, mit ſich führe, und werde man ſich in der Regel davon überzeugen, daß Mißwachs nie eine Folge jenes Rauchs ſey, ſondern uns jederzeit ein gutes und fruchtbares Jahr verſpreche. Auf die Geſundheit der Menſchen aber könne dieſer Rauch in mancher Hinſicht einen nachtheiligen Einfluß haben, ſo daß dadurch ſogar epidemiſche Krankheiten entſtehen könnten.

In den neueſten Zeiten ſind indeſſen ſehr viele Beobachtungen über den Heerrauch angeſtellet worden, welche die Meynung derer, die glauben, dieſer Rauch entſtehe aus der Zerſetzung der Gewitter, gar ſehr entgegen zu ſeyn ſcheinen, und es iſt daher bis jetzt noch gar nicht entſchieden, auf welche Art der Höhenrauch erzeuget werde.

M. s. den Sprecher oder Rheinisch Westphälischen Anzeiger Jahrg. 1821 und 1822. an verschiedenen Stellen.

Holzessig (acidum pyro-lignosum, acide pyro-ligneux) (N. A.), Holzsäure. Wenn Holz in einer Retorte einer trockenen Destillation unterworfen wird, so entwickeln sich Dämpfe, welche einen stechenden Geruch verbreiten, und in der Vorlage sich zu einer rothbraunen Flüssigkeit verdichten. Diese besitzet alle Eigenschaften einer Säure, und wird daher Holzsäure oder Holzessig, von den französischen Chemikern branstige Holzsäure genannt.

Dieser Holzessig wird aus allen Hölzern gewonnen, wenn man sie an und für sich destillirt, wenn nur der angewandte Feuersgrad beträchtlich genug ist, um sie zu zersetzen, die Bildung des empyreumatischen Oels zu bewirken und das Holz zu verkohlen. Dieser saure Dampf ist es hauptsächlich, welcher sich aus Holz, welches nur glimmt, nicht mit heller Flamme brennt, entwickelt, und der die schmerzhafte Empfindung und den Reiz in den Augen hervorbringt.

Goettling *) suchte diese Säure dadurch zu reinigen und zu verstärken, daß er sie mit einem feuerbeständigen Alkali neutralisirte, und das entstandene Salz durch Schwefelsäure zersetzte. Die Herrn Fourcroy und Vauquelin **) haben gezeiget, daß diese Säure die Essigsäure sey, welche durch ein eigenthümliches empyreumatisches Oel verunreiniget ist, dessen Geruch und Farbe dieser Säure die specifischen Eigenschaften ertheilen.

In Frankreich hat man eine Methode gefunden, diesen Essig bis auf den Grad zu reinigen und zu concentriren, daß er sich nicht blos für gewöhnliche häusliche

*) Chemische Versuche mit der Holzsäure ꝛc. in Crell's chemis. Journ. Th. II. S. 39. f.

**) Annales de Chimie. T. XXXV. p. 151.

Zwecke anwenden läßt, sondern auch zu einer großen Menge technischer Zwecke, zum Färben, zu der Bereitung von Bleyweiß, Bleyzucker u. s. f. Die Reinigungsmethode dieses Essigs wird in Frankreich geheim gehalten. Man giebt an, daß sie auf diese Art geschehe: der unreine Holzessig wird mit ungelöschtem Kalk gesättiget, hierauf mit einer Auflösung von Glaubersalz gemischt, wobey schwefelsaurer Kalk niederfällt und unreines essigsaures Natrum in der Auflösung erhalten wird. Dies wird zur Trockene verdampft, dann gelinde und unter beständigem Umrühren in eisernen Pfannen, die in einen Galeeren-Ofen eingesetzet sind, geröstet, wobey das empyreumatische Oel zerstöret wird, das flüchtigste davon wegraucht, und der Rückstand dem größten Theile nach im Wasser unauflöslich wird; die Essigsäure aber wird durch das Alkali vor der Zerstörung bey dieser Temperatur geschützt. Hierauf wird die schwarz gewordene etwas kohlige Masse in Wasser gelöset, worauf die Lösung mit der gehörigen Menge Schwefelsäure gemischt, und in einer kupfernen Blase mit einem Helm und Kühlröhre von Zinn destilliret wird. Das Destillat ist weit stärker als gewöhnlicher Essig, farblos und von wenig empyreumatischem Geruch.

In Frankreich hatte man gefunden, daß, wenn Fleisch ganz kurze Zeit in diesen Essig gelegt wird, es nach dem Herausnehmen nicht fault, sondern sich frisch erhält, und ohne Zeichen von Fäulniß trocknet, wenn es an der Luft gelassen wird. Der Entdecker verlangte von der französischen Regierung das ausschließende Recht, sich dieser Aufbewahrungs-Methode in Frankreich bedienen zu dürfen, und da die Regierung die Frage der Akademie der Wissenschaften zur Entscheidung zuwies, so wurden von dieser Chaptal, Vauquelin und Thenard gewählt, um die Sache zu untersuchen. Diese fanden die Angabe vollkommen richtig; bemerkten aber dabey, daß das auf diese Weise behandelte Fleisch eine solche Zähigkeit und Härte bekommt, daß diese Auf-

bewährungsmethode für Nahrungsmittel faſt unanwendbar, und bey weitem ſchlechter iſt, als das Einſalzen. Thenard fand, daß andere Säuren dieſelbe Eigenſchaft beſitzen, daß aber der Holzeſſig die übrigen an Wirkſamkeit übertrifft, ſo daß er das ſicherſte Mittel abgiebt, thieriſche Stoffe vor Fäulniß zu ſchützen, wobey ſie blos ein oder ein Paar Mal in denſelben getaucht werden dürfen. Dieſe Eigenſchaft kannten ſchon die Alten, und Plinius, wo er die Bereitung des Theers beſchreibt a), ſagt ausdrücklich, daß man dabey zuerſt eine Flüſſigkeit erhalte, dünnflüſſig wie Waſſer, die man in Syrien Cedrium nenne, und die eine ſolche Wirkung habe, daß Leichen, welche damit in Aegypten getränkt worden, nicht mehr faulen. Durch dieſe in Frankreich gemachte Entdeckung iſt alſo auch zugleich das Geheimniß der Methode der Aegyptier, ihre Leichen einzubalſamiren, entdeckt worden.

Herr Stolze, Pharmaceut in Halle, gab über die Bereitung der Holzſäure und ihre Anwendung eine beſondere Abhandlung heraus b). Dabey unterſuchte er, wie viel Holzſäure verſchiedene Holzarten vergleichungsweiſe geben, und fand, daß das Birkenholz mehr als alle übrigen giebt. Nach ſeinen Verſuchen giebt 1 Pfund trockenes Birkenholz 14½ Loth Holzſäure, welche 55 Gran trockenes baſiſch-kohlenſaures Kali ſättigt, während Tannen und Fichtenholz 13 Loth geben, welche nur 28 Gran Alkali zu ihrer Sättigung bedürfen. Stolze beſtätigte es, daß der Holzeſſig das Fleiſch hart und zu einem Nahrungsmittel untauglich mache.

Der Apotheker Herr Boettcher in Mauſelwitz gab der preuſſiſchen Regierung in Merſeburg eine Methode an, Fleiſch vor Fäulniß zu verwahren, und es in das

a) hiſtori. natur. XVI.

b) Gründliche Anleitung, die rohe Holzſäure zur Bereitung des reinen Eſſigs, Bleyweiſes u. ſ. f. Halle und Berlin 1820.

zu verwandeln, was wir geräuchert nennen. Sie besteht darin, daß Fleisch mit Kochsalz eingerieben und 48 Stunden stehen gelassen wird; hierauf gießt man die Salzbrühe ab, und trocknet das Fleisch mit einem Tuche ab; alsdenn legt man es in ein filtrirtes kaltes Infusum, aus 6 Theilen Wasser und 1 Theile Glanzruß bereitet, und nimmt es nach einer halben Stunde heraus und hängt es in der Luft auf. Ohne vorangehendes Einsalzen wird es hart. Herr Stoltze hat dieses wiederholt, und richtig befunden, und die Regierung machte die Sache zum allgemeinen Gebrauch bekannt. Blos der zu niedrigst im Schornstein sitzende Ruß taugt hiezu; der höher oben genommene enthält wenige im Wasser lösliche Theile.

M. s. Jahresbericht über die Fortschritte der physischen Wissenschaften von Jakob Berzelius aus dem Schwed. übersetzt von G. G. Gmelin. Erst. Jahrgang. Tübingen 1822. S. 116. f.

Hydrat (Hydrate) (N. A.). Unter diesem Ausdruck versteht man die Verbindung eines festen Körpers mit Wasser, welche sich von der Auflösung dadurch unterscheidet, daß das Hydrat im Zustande eines festen, die Auflösung im Zustande eines flüssigen Körpers erscheinet. Proust war der erste, welcher diesen Namen der Verbindung eines Metalloxyds mit Wasser gab; nachher aber erweiterte er diesen Begriff, und bis jetzt sind folgende Substanzen bekannt, welche mit dem Wasser Hydrate bilden:

1. Der Schwefel und Salen. Dies Hydrat ist das bloß schwefelgelbe Pulver, welches unter dem Namen der Schwefelmilch bekannt ist. Zuweilen findet man den natürlichen Schwefel in diesem Zustande.

2. Die Metalloxyde. Mehrere dieser Hydrate zeichnen sich durch Intensität der Farbe aus. Gewöhnlich besitzen sie einen strengen Geschmack, und werden von Säuren und alkalischen Auflösungen leicht angegriffen, z. B. Kupferoxyd, Nickelhydrat u. s. f.

3. Die **Erden**. Einige dieser Hydrate erscheinen in Krystallgestalt, andere als Pulver. So enthalten Talkerde, Kieselerde, Zirkonerde, welche aus ihren Auflösungen niedergeschlagen und bey 212 Grad Fahr. getrocknet wurden, noch beträchtliche Antheile von Wasser.

4. Die **feuerbeständigen Alkalien**. Die im krystallinischen Zustande erscheinenden Alkalien gehören sämtlich zur Classe der Hydrate.

5. Alle **Säuren**, welche sich im Zustande eines festen Körpers darstellen lassen. Die Hydrate dieser Classe begreifen sämtliche Säuren, welche unter dem Namen der krystallisirten Säuren bekannt sind, in sich.

6. Die **Salze**. Es möchten wohl nur wenige Salze übrig bleiben, welche hievon eine Ausnahme machen; indem die meisten Salze sich mit Wasser verbinden können; welche Verbindungen als feste Körper erscheinen. Die Hydrate dieser Classe sind theils die krystallisirten Salze in denjenigen Fällen, in welchen die Salze die Form von Krystallen anzunehmen vermögen, theils erscheinen sie als Pulver oder feste Massen, wo dies nicht der Fall ist.

7. Alle **Schwefel-Wasserstoffverbindungen**, welche im Stande sind, den Zustand fester Körper anzunehmen. Die zu dieser Classe gehörenden Hydrate sind die krystallisirten Schwefel-Wasserstoffverbindungen.

8. **Mehrere erdige Verbindungen**, in welchen das Wasser als Bestandtheil eingehet.

9. Die Seifen.

10. Der Gerbestoff und mehrere andere animalische und vegetabilische Verbindungen.

M. s. **chemisches Wörterbuch von Klaproth**. Supplem. Band 2. S. 367. f.

Hydradynamik (Zus. z. S. 547. Th. VI.). Herr **Busse** hat über die Friction des Wassers in cylindrischen Röhren mehrere Untersuchungen angestellt, und zugleich die Theorie des fließenden Wassers von **Prony**,

so wie die hydraulischen Versuche, welche die beyden Michelotti zu Turin angestellt haben, kritisch beleuchtet.

M. s. Gilbert's Annalen der Physik. B. XXXIV. S. 152. ff.

Hydrüre s. Metalloide.

Hygrometer (Zus. z. S. 565. Th. VI.). Da die Gründe einer Hygrometrie noch sehr schwankend waren, so haben sich die Physiker in den neuern Zeiten Mühe gegeben, Thatsachen aufzufinden, sie auf eine gewisse Stufe der Vollkommenheit zu erheben. Unter diesen war Dalton einer der ersten, welcher durch seine Hypothese, nach welcher Wasserdämpfe in der Atmosphäre bestehen, eine wahre Hygrologie zu begründen sich bemühete. Er nahm ganz richtig auf folgende zwey Punkte Rücksicht: er suchte nämlich die Expansivkraft der wäßrigen Atmosphäre, und die Größe der Verdünstung in den Temperaturen, welche in der Atmosphäre statt finden, zu bestimmen. Um die erstere zu finden nahm er gewöhnlich eine gläserne cylindrische Flasche, welche an der Aussenseite trocken war, und füllte sie voll kalten frisch geschöpften Brunnenwassers. Entstand sogleich an der Aussenseite ein Thau, so goß er das Wasser aus, und ließ es eine Zeitlang stehen, damit es wärmer wurde, trocknete indeß die Außenseite der Flasche mit einem linnenen Tuche sorgfältig ab, und goß dann das Wasser wieder hinein. Diese Operation setzte er so lange fort, bis sich an der Aussenseite kein Thau mehr bildete. Beobachtete er nun die Temperatur des Wassers, und nahm aus seiner Tafel (s. Dämpfe Th. VI. S. 233.) die dazu gehörige Expansivkraft des Dampfes, so hatte er die Expansivkraft der in der Atmosphäre vorhandenen Wasserdämpfe. Es ist nur hiebey zu bemerken, daß diese Operation an offener Luft oder vor einem Fenster vorgenommen werden muß, weil in der Regel die Stubenluft feuchter, als die Luft im Freyen, ist.

Um nun die Größe der Verdunstung in den in der Atmosphäre statt findenden Temperaturen zu beobachten, gebrauchte Dalton zwey leichte zinnerne Gefäße, deren eins 6, das andere 8 Zoll im Durchmesser hatte, und jenes $\frac{1}{2}$, und dieses $\frac{3}{4}$ Zoll tief war; eins dieser Gefäße wurde an eine Wage aufgehangen, dann Wasser hineingegossen, und das Ganze bis auf 1 Gran genau abgewogen. Darauf setzte er es 10 oder 15 Minuten lang in ein offenes Fenster, oder an einen andern freyen Platz, und wog es wieder, um den Verlust zu bestimmen, den es durch Verdünstung erlitten hatte. Zugleich wurde die Temperatur des Wassers beobachtet, die Expansivkraft der wässerigen Atmosphäre auf die vorhin beschriebene Art ausgemittelt, und die Stärke des Luftzugs bemerket. Herr Dalton hat seiner Theorie zu Folge eine Tabelle berechnet, in welcher die verhältnißmäßige Größe der Verdunstung und Menge des verdunstenden Wassers für alle Temperaturen der Atmosphäre angegeben sind.

Nimmt man zwischen der normalen, zur gegebenen Temperatur gehörigen Menge der Ausdünstung und der durch die individuelle Beobachtung gefundenen die Differenz, so giebt diese die Menge des in der Atmosphäre vorhandenen Wasserdampfs.

Ueber diese Dalton'schen hygrometrischen Hauptgründe hat Herr Prof. Ermann *) keine unwichtige Bemerkungen gemacht. Zuerst giebt er an, daß die von Dalton berechnete Tafel für die Ausdehnungen des Wasserdampfes eine Progression giebt, welche nicht die geometrische ist, indem die Exponenten bey steigender Wärme bis zu einem gewissen Punkt in arithmetischer Progression abnehmen, so daß bey einem gegebenen Punkte die Expansivkraft stationär wird, und nicht weiter zunimmt. Diese höchst sonderbare Erscheinung liesse sich nur herleiten von einer wechselseitigen

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XX. S. 410. u. f.

Anziehung der Dampftheilchen, die jeder Expansion desselben entgegenwirkte, bey einer gewissen relativen Entfernung aber durch correspondirende Abnahme der Repulsion des Wärmestoffs ihr Maximum erreichte; nur so wäre es allenfalls denkbar, daß das Wasser als Dampf ein ähnliches Phänomen, als im tropfbaren Zustande darböte, wo auch in einem gegebenen Punkt der Skale durch verminderte Wärme eine Expansion bewirkt wird. Doch liegt hierin nicht die geringste Wahrscheinlichkeit; der thermometrische Gang aller Gasarten ist entschieden dawider; am allerwenigsten aber dürfte Dalton auf diese Rechtfertigung seiner Paradoxie provociren, da sie nur in der Auflösungstheorie consequent wäre. Da jedoch die Dalton'sche Tafel, wie Herr Ermann bemerkt, auf jeden Fall eine sehr nahe Approximation darbietet, so können wir von der erwähnten Schwierigkeit füglich abstrahiren, wenn von Temperaturen die Rede ist, welche die mittlere atmosphärische wenig übersteigen; und so wären wir endlich durch ein hinlänglich motivirtes Fallenlassen vieler theoretischen Fragen an die wirkliche Ausübung der Dalton'schen hygrometrischen Methode gelangt, die den unendlichen Vorzug hat, direct zu seyn, indem sie keinen vermittelnden hygroscopischen Körper anwendet, dessen Sprache erst mühsam und unvollkommen errathen werden muß, und dessen Gang sich meistens mit der Zeit in sich selbst ändert. Dieserwegen gieng Herr Ermann mit der größten Zuversicht an die Ausübung dieser Methode, indem er gar nicht ahndete, daß es einen Umstand gebe, der diese Ausübung höchst schwankend zu machen vermöge; um so weniger, da Dalton diese praktische Schwierigkeit nirgends erwähnte.

Herr Ermann hat in verschiedenen Jahreszeiten und an verschiedenen Orten mehrere Reihen von hygrometrischen Beobachtungen nach Dalton's Methode angestellt. Die zugleich mit dem enthaltenen Wasser ge-

nau tarirte Schale hatte dieſelbe Oberfläche, nach welcher die Dalton'ſchen Tabellen berechnet ſind, und wurde an einem offenen Fenſter jedesmal 15 Minuten der freyen Luft ausgeſetzt; die Gewichtsabnahme ſuchte er bis auf ein Zehntelgran engliſch Gewicht, berechnete den zu dieſer Verdampfungs-Menge bey gegebener Temperatur gehörigen Condenſationspunkt nach den Tabellen, und beſtimmte endlich den wahren Condenſationspunkt durch den Verſuch.

Sehr bald ward aber Herr Ermann gewahr, daß bey unveränderter Temperatur, ſo wol des Waſſers als der Atmoſphäre, an einem und demſelben Orte, in mehreren unmittelbar auf einander folgenden Beobachtungen, die Quantitäten des verdunſtenden Waſſers ſich oft über alle Erwartung unverhältnißmäßig ändern, während ſie zu andern Zeiten faſt übereinſtimmend gefunden werden. Dergleichen ſonderbare Anomalien in der Quantität des verdunſtenden Waſſers kamen vor bey allen Temperaturen und in allen Jahreszeiten, ohne wahrnehmbaren Unterſchied. Auch waren dieſe Abweichungen vom barometriſchen und elektriſchen Zuſtande der Atmoſphäre unabhängig. Die Unterſchiede in der Verdunſtungsmenge rührte lediglich von der Veränderlichkeit des Luftzuges her, der an dem offenen Fenſter in ſeiner Intenſität und in ſeiner Richtung von Innen nach Außen oder von Außen nach Innen ſich in vielen Fällen ſo bedeutend ändert.

Herr Ermann ſchließt alſo aus allen dieſen Thatſachen, daß wir bey Ausübung der Dalton'ſchen Methode noch nicht hoffen dürften, daß die durch den Verſuch gefundenen Condenſationspuncte mit den nach der Dalton'ſchen Tafel aus der Ausdünſtungsmenge berechneten ſtets ſtimmen werden, theils weil die wandelbare Einwirkung des Luftzuges eine ſolche Zufälligkeit hervorbringe, daß nur die mittlere aus ſehr vielen Beobachtungen eine paſſende Näherung geben könne zur Beſtimmung der Spalte, wo wir den gegebenen Fall

in der Tabelle aufzusuchen hätten; theils auch, weil bey der Berechnung derselben Dalton die beyden Extreme der Einwirkung des Luftzuges zu gering angenommen habe.

Im allgemeinen gab seine Tabelle den Condensationspunkt des Dampfes meistentheils zu hoch gegen dasjenige, was Herr Ermann durch unmittelbare Beobachtung gefunden hatte, und zwar im Durchschnitt um 3 bis 4 Fahrenheitsche Thermometergrade größer; viel seltener gab ihm die Berechnung niedriger als die Beobachtung. Indessen fand Herr Ermann, daß die Beobachtungen viel besser unter sich stimmten, wenn sie in ganz freyer Luft und nicht am offenen Fenster angestellet wurden, wo das stete Hin- und Herströmen der Luft schon im Allgemeinen einen unnatürlichen Zustand bedinge, selbst abgesehen vom schädlichen Einfluß auf jede Beobachtung insbesondere. Hiebey traten aber wieder praktische Schwierigkeiten ein, welche überhaupt die Dalton'sche hygrometrische Methode unsicher machen.

Herr Gay-Lussac *) machte zur Bestimmung der Menge des Wasserdampfs in der Atmosphäre auf die so genannte Zerfließbarkeit der Körper aufmerksam. Es ist nämlich bekannt, daß mehrere Körper die Eigenschaft besitzen, Feuchtigkeit aus der Luft an sich zu ziehen, welche eben die Zerfließbarkeit der Körper in der Chemie genannt wird. Nach Herrn Gay-Lussac läßt sich diese auf allgemeine Gesetze zurückführen, nach welchen es leicht zu bestimmen ist, welchen Körpern diese Eigenschaft zukommt, wie sie sich mit der Temperatur verändert, und bey welchem Hygrometergrade sie sich zu äußern anfängt.

Da die Zerfließbarkeit eines Körpers auf die Verwandtschaft desselben zum Wasser beruht, und diese Verwandtschaft dahin wirkt, die elastische Kraft des in einem bestimmten Luftraume enthaltenen Wasserdampfes zu vermindern, so ist es etwas Wesentliches, jeden

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XLII. S. 117. ff.

Körper in einen mit Feuchtigkeit vollkommen gesättigten Luftraum zu versetzen, wenn die Zerfließbarkeit desselben sich äußern soll, und wenn man vergleichbare Resultate haben will. Auf diese Art findet sich, daß salzsaures Natron und Zucker sehr zerfließbar sind, und daß auch der Salpeter und viele andere Körper, an welchen man diese Eigenschaft nicht wahrgenommen hatte, sie mehr oder weniger besitzen.

Auf diese Art läßt sich indeß nicht im Allgemeinen bestimmen, bey welchem Grade ein Körper zerfließbar ist. Denn die Verwandtschaft des Körpers zum Wasser wird durch die Wärme außerordentlich modificirt; es ist daher nöthig, daß man jede Temperatur besonders betrachte. Man wolle also z. B. wissen, welches der Grad der Zerfließbarkeit eines festen oder flüssigen Körpers in einer mit Feuchtigkeit gesättigten Luft sey, bey einer Temperatur von 15° der hunderttheil Skale.

Ist es ein fester Körper, so fange man damit an, ihn im Wasser von 15° Wärme aufzulösen, bis dieses damit gesättiget ist, und dann lasse man die Auflösung kochen. Kocht sie bey 100° Cent. d. h. bey der Siedhitze des Wassers, so ist der Körper nicht zerfließbar. Kocht sie aber später, so ist er desto zerfließbarer, je höher der Siedpunkt der Auflösung über 100° C. liegt. Folglich muß salzsaures Natron in einer mit Feuchtigkeit gesättigten Luft sehr zerfließbar seyn, denn eine gesättigte Auflösung dieses Salzes im Wasser von 15° Wärme gemacht, kocht erst bey 107°, 4 C. Salpeter, dessen bey 15° C. gemachte Auflösung bey 101°, 4 C. kocht, ist auch zerfließbar, aber weit weniger. Die Erfahrung stimmt hier völlig mit der Theorie überein. Um aber das Zerfließen des Salpeters und aller Körper, die so wenig zerfließbar sind, als er, gehörig beobachten zu können, muß man einzelne und kleine Stücke nehmen; man sieht sie ganz vergehn, während die großen Krystalle sich blos mit einer Lage Flüssigkeit überziehen, oder sehr langsam schmelzen.

Nun wird man übersehen, wie wichtig es ist, auf die Temperatur Rücksicht zu nehmen. Da die Hitze die Verbindung der Salze mit dem Wasser sehr begünstigt, so muß der Siedepunkt jeder Auflösung mit der Temperatur, bey welcher sie gemacht worden ist, variiren. So z. B. würde der Salpeter, der bey 15° Wärme nur wenig zerfließbar ist, in einer Temperatur von 100° sehr zerfließbar seyn. Denn seine bey 15° C. gemachte Auflösung kocht schon bey 101°,4° Wärme, seine bey 100° C. gesättigte Auflösung würde aber erst bey 110 oder 112° kochen.

Beym Bestimmen des Siedgrades salziger Flüssigkeiten und der Säuren hat Herr Gay-Lussac eine sehr sonderbare Erscheinung wahrgenommen. Wasser und andere Flüssigkeiten sieden in einem gläsernen Gefäße später als in einem metallenen, es sey denn, daß man Eisen, Kupfer, oder andere Metallfeile, oder Kohlenpulver, oder gestoßenes Glas in das gläserne Gefäß thue. Der Temperaturunterschied steigt bey Wasser auf 1°, 3 und mannichmal noch höher. Diese Bemerkung ist für die Graduirung der Thermometer von großer Wichtigkeit; denn man sieht daraus, daß zwey mit gleicher Sorgfalt verfertigte Thermometer, an deren einem der Siedpunkt in einem Glasgefäße, an deren anderm er in einem Metallgefäße bestimmt worden wäre, um 1°, 3 C. von einander abweichen könnten. Die Verschiedenheit fällt jedoch kleiner aus, wenn man die Vorsicht braucht, die Thermometerkugeln sich nicht in das Wasser selbst eintauchen zu lassen.

Herr Gay-Lussac hat sich überzeuget, daß kein einziges Salz die Eigenschaft besitzet, den Siedpunkt des Wassers zu erniedrigen, obgleich Herr Achardt das Gegentheil ausgesaget habe.

Kennt man den Siedgrad jeder Salzauflösung, und folglich das Maas der Zerfließbarkeit jedes Salzes, und der Verwandtschaft desselben zum Wasser, so läßt sich noch ein Schritt weiter gehn, und der Grad des Hygrometers bestimmen, bey welchem das Zerfließen

des Salzes anfängt. Dazu ist es hinreichend das Hygrometer unter eine mit der Salzauflösung befeuchtete Glasglocke zu stellen und den Grad zu bemerken, auf welchem es nach einigen Stunden steht. Man wird auf diese Art finden, daß bey einer bey 15° gesättigten Auflösung von salzsaurem Natron das Hygrometer auf 90° steht, bey einer in derselben Temperatur gemachten Salpeterauflösung dagegen auf 97°. Und daraus folgt, daß das salzsaure Natron unter 90° des Hygrometers nicht zerfließt, und daß dieses die Grenze ist, bey der es zerfließbar zu werden beginnt.

Was Herr Gay-Lussac von den zerfließbaren Salzen gesagt hat, läßt sich auf alle feste und flüssige Körper, welche Verwandtschaft zum Wasser haben, übertragen. Diesen Grundsätzen zu Folge wird man finden, daß die concentrirte Schwefelsäure aus einer vollkommen feuchten Luft mehr als das 15 fache ihres Gewichts an Wasser in sich saugen kann.

Geht man von der Eigenschaft der verschiedenen Salzauflösungen aus, bey einerley Temperatur verschiedene Spannungen zu haben, so ist es leicht, für jede Temperatur und jeden Hygrometergrad genau die Menge von Wasserdampf zu bestimmen, welche in einem gegebenen Luftvolumen enthalten ist; welches Saussure bey aller seiner Genauigkeit wegen der Unvollkommenheit seiner Processe nicht vermocht habe.

Dieses Mittel besteht nach Gay-Lussac darin, daß man Flüssigkeiten nimmt, von welchen sich beym Erhitzen blos Wasser trennt, und die bey sehr verschiedenen Temperaturen sieden, z. B. mehr und weniger verdünnte Schwefelsäure, daß man unter Glocken, die mit diesen Flüssigkeiten befeuchtet worden, Hygrometer stellt, und daß man den Stand bemerkt, auf welchem diese stehen bleiben. Nun ist erstens aus Gay-Lussac's Versuchen die Dichtigkeit des Wasserdampfs bekannt, welche $\frac{5}{8}$ von der der Luft ist, und zweytens der Siedgrad oder die Spannung der unter den Glocken

eingeschlossenen Flüssigkeiten. Man hat daher alle Data, welche zur Auflösung der Frage nöthig sind. Es ist nur zu bedauern, daß Herr Gay-Lussac diese seine Arbeit, welche für die Hygrometrie ohne Zweifel nicht ohne Nutzen gewesen seyn würde, nicht weiter fortgesetzet hat, ob er gleich anfänglich Hoffnung dazu gemacht hatte.

Was die hygroskopischen Substanzen betrifft, so sind in den neuern Zeiten zur Verfertigung von Hygrometern besonders von Wilson die Rattenblase, von Herrn Fr. Mayer in Verona die dünne Haut, welche das Eyweiß unmittelbar unter der äußern Eyerschale umgiebt, und mehrere andere Substanzen vorgeschlagen worden. Herr Kummer *) ist aber der Meynung, daß dergleichen Hygrometer, so wie das de Saussure'sche und de Luc'sche, keine übereinstimmende Resultate gewähren, und überdem schwer zu verfertigen, und zum Transportiren gar nicht geeignet wären. Nach mancherley Versuchen, um einen recht transportabeln Feuchtigkeitsmesser aufzufinden, glaubt er nun ein Federkiel-Hygrometer entdeckt zu haben, welches Uebereinstimmung gewähret, und an das Brett eines Barometers befestiget, sich eben so leicht wie dieser fort bringen läßt. Dieses Federkiel-Hygrometer glaubt er vorzüglich dieserwegen empfehlen zu dürfen, indem er die Erfahrung gemacht habe, daß in demselben in freyer Luft aufgehängt eine Kälte von — 11° C. nicht den geringsten nachtheiligen Einfluß auf den präparirten Federkiel äußere. Ausserdem besitzt dies Hygrometer eine Eigenschaft, welche, ob wohl bedingt, dennoch an allen bekannten Hygrometern, mehr oder weniger, vermißt wird; nämlich daß, wenn zuerst der Punkt der völligen Nässe, dann der völligen Trockenheit, und darauf nochmals der erste Punkt bestimmt wird, sehr genau die nämliche Stelle, als zuvor, erhalten wird. Zur

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LIX. S. 308. u. f.

Verfertigung eines solchen Federkiel-Hygrometers wird Folgendes erfordert:

1. Der Federkiel ist von Herrn Kummer nur alsdann tauglich gefunden worden, wenn er aus den Flügeln der Gänse von selbst ausfällt. Der Kiel oder hohle Theil dieser ausgefallenen Feder wird rund um seine ganze Oberfläche mit einem Glasscherben, dessen Bruch frey von Scharten seyn muß, so lange geschabt, bis er anfängt, einem starken Druck der Finger zu weichen. Dann gebrauchet man mit größerer Sicherheit den Schachthalm, welchem zuvor die Knoten genommen worden, und im Eimer mit Wasser ausgespritzet ist. Setzt man damit das Schaben unter beständigem gleichmäßigen Drehen des Kiels sanft und sanfter fort, so kann man ihn endlich so dünn erhalten, daß seine Kreiswand dem dünnsten Papier gleicht; und hierauf beruht die Empfindlichkeit des Instrumentes.

2. Die Glasröhre und deren Befestigung. Die Glasröhre muß eine zureichende Länge und ein Kaliber wie Spiritus-Thermometer, d. i. von ungefähr 0,37‴ Paris. haben; es wird dann der Abstand der Normalpunkte noch immer 13 bis 14″ Par. Rathsam ist, eine Röhre von starkem Glase zu wählen. Nach Abstumpfung des Randes verjüngt man das untere Ende desselben etwa 8‴ hoch, durch Schleifen so lange, bis es in die Oeffnung des Kiels zu bringen ist. Dann umwickelt man den Kiel mit einem Faden Seide an der Stelle, welche von der Röhre ausgefüllt ist, doch so, daß aus ihm die Luft gänzlich entweichen kann. Nachdem nun an das obere Ende ein Trichter von steifem Papier ist befestiget worden, wird

3. die Füllung vorgenommen, indem man den Trichter mit gehöriger Menge von Quecksilber versieht. Hat sich der ganze innere Raum des Kiels mit Quecksilber gefüllt, und man gießt noch mehr nach, so dringt dieses endlich durch die Räume, die der Luft, welche ein Hinderniß der genauen Uebereinstimmung seyn

würde, den Ausgang verstatteten. Ueberhaupt lassen sich diese durch behutsames Aufstoßen auf Filz mit dem überquellenden Queckſilber heraustreiben. Während letzteres noch geschiehet, erfolget

4. die Verschließung durch Binden, indem man ein Streifchen weich geriebene Blaſe um den Kiel, da wo er mit dem seidenen Faden umwickelt ist, windet und es mit Platindrath oder mit sorgfältig geglühtem, und rein geriebenem, feinem Eisendrath sehr fest umwickelt und bindet, und im letztern Fall, um der Oxydation vorzubeugen, ihn mit gutem und schnell trocknendem Lack überzieht.

5. Der Punkt gröſter Näſſe ist an einem solchen Hygrometer leicht zu finden. Man befestiget dasselbe, und zugleich ein Thermometer, dessen Röhre graduirt ist, in einen Korkpfropf, und senkt beyde in ein Glasgefäß, welches der Korkſtöpsel verschließt, in destillirtes Waſſer, und zwar bis an die Bindung. Nach 4 bis 6 Stunden hat bey Erhaltung gleicher Temperatur (z. B. von 19° C.) der fein geschabte Kiel das Maximum seiner durch Einsaugung erfolgten Ausdehnung erreicht, indem das Queckſilber in der Röhre nicht mehr sinkt.

6. Der Punkt der Trockniß stellt sich bey diesem Hygrometer weit langsamer ein. Man kann denselben über nicht rauchender Schwefelsäure bestimmen, womit ein trockenes Glas, dessen Durchmesser am Boden 6″ hält, 1″ hoch angefüllt wird. Das Instrument wird durch einen Kork in 3″ Entfernung von der Oberfläche der Säure gehalten, die Oeffnung des Gefäßes aber, und der hervorragende Pfropf mit Baumwachs gegen den Zutritt der äußern Luft gesichert. Nicht eher als nach 6, zuweilen auch erst nach 8 Tagen ist man der völligen Austrocknung gewiß. So schnell es damit in den ersten Tagen geht, so äußerst langsam rückt sie in den folgenden vor, und zuletzt steigt das Queckſilber in 6 Stunden kaum um die Breite eines Haares. Daher

hat man sich für Täuschung gar sehr in Acht zu nehmen. Zugleich giebt dieser Austrocknißprozeß den untrüglichsten Probirstein für die Güte und Gesundheit des Kiels. Um sich endlich von der Zuverlässigkeit dieses Instrumentes zu versichern, wiederholt man noch einmal die Bestimmung größter Nässe.

Der über dem Queckſilber befindliche Raum in der Glasröhre läßt sich nicht luftleer machen. Denn wenn das Queckſilber zur Mündung vordringt, und diese hierauf verschlossen wird, so wird der Kiel an der erzeugten leeren Stelle durch die äußere Luft so stark zusammengepreßt, daß die Schwere des Queckſilbers ihn nicht wieder auszudehnen vermag. Es ist daher hinreichend, die Oeffnung der Glasröhre mit weichem Leder zu verschließen, welches aufgekittet, und mit einer feinen Nadel ein Paar mal durchstochen wird, um der Luft freyen Austritt zu lassen. Um den Kiel gegen die Verunreinigung durch Spinnen und Fliegen u. s. w. zu schützen, umgiebt man ihn mit einem hölzernen Gehäuse, dem man gehörige Oeffnungen geben läßt, die man durch dünne, weitlöcherige Florstreifen verschließt.

Es findet bey diesem Instrumente jedoch eine störende thermometrische Einwirkung statt, welche zwar nur geringe, aber gleichwol zu berichtigen ist. Es ist dem Herrn **Kummer** gelungen, diese zu messen. Als er nämlich den Punkt größter Nässe zum zweyten Male bey einer Temperatur $= 19°$ C. gefunden hatte, steigerte er diese um $10°$. Das Queckſilber in der Röhre trat nun etwas über den Punkt größter Nässe hinauf, und dies Aufsteigen wurde genau gemessen. Hierauf verminderte er die Temperatur bis auf $9°$, und dabey fand sich, daß das Queckſilber nun gerade um eben so viel unter den Punkt größter Nässe sank, als es zuvor über denselben angestiegen war. Es scheint ihm hierdurch die Differenz wegen thermometrischer Wirkung mit Zuverlässigkeit festgestellt zu wer-

den. Diese Differenz ist aber nicht sehr bedeutend, und wird, nach Verschiedenheit des Kalibers selten mehr als 0,8°, höchstens 1,1° der hunderttheiligen Hygrometerscale betragen. Uebrigens bemerket Herr Kummer noch, daß der Federkiel eine solche empfindliche hygrometrische Substanz sey, daß schon die geringe Ausdünstung der Hand, mit welcher man sie hält, hinreicht, das Queckſilber in der Röhre um mehrere Grade sinken zu machen, nach Verschiedenheit der Empfindlichkeit schneller oder langsamer, da doch das Thermometer unter gleichen Umständen steigen müßte. Aehnliche Beweise erhielt er bey der Beobachtung des Instruments, in freyer Luft: oft stieg das Thermometer um 6 bis 8°, während das Hygrometer seinen Stand nur unmerklich verließ, oder sogar noch herab sank; umgekehrt fällt zuweilen das erstere, während das letztere im Steigen ist.

Alle bisher erfundene und beschriebene Hygrometer haben, wie Herr Fischer ganz richtig bemerket, einen Fehler, den man nicht genug scheint beachtet zu haben, daß nämlich die hygroskopische Substanz organischen Ursprungs ist. In der organischen Natur ist nämlich dies ein ganz allgemeines Gesetz, daß jeder von dem lebenden organischen Körper getrennte Theil nach und nach durch Einwirkung der Luft, Wärme und Feuchtigkeit in seiner Mischung und ganzen Natur, und daher auch in seinen hygrometrischen Eigenschaften, verändert wird; weshalb ein jedes noch so sorgfältig bereitetes Instrument mit der Zeit seinen Gang verändert, und zuletzt unbrauchbar wird, ehe man es bemerkt.

Herr John Leslie *) hat ebenfalls die Einrichtung eines Hygrometers beschrieben, welches seinen Erfahrungen zu Folge viele Vorzüge vor andern Werkzeugen

*) Kurzer Bericht von Versuchen und Instrumenten die sich auf das Verhalten der Luft zur Wärme und Feuchtigkeit beziehen v. J. Leslie übersetzt von Brandes. Leipz. 1823. 8. S. 71. ff.

dieſer Art beſitzet. Nachdem er zuförderſt das merkwürdige Geſetz der Ausdunſtung feſtgeſtellet hatte, daß die durch Ausdunſtung bewirkte Kälte durch Bewegung der Luft und andere Umſtände nicht geändert werde, ſo war er der Meynung, daß ein Thermometer, welches die geringſten Unterſchiede der Temperatur anzuzeigen geſchickt iſt, als Hygrometer einen ziemlichen Grad von Genauigkeit zulaſſe. Bey Fortſetzung ſeiner Unterſuchungen über dieſen Gegenſtand fand er daſſelbe doch nicht ganz genügend, wurde aber dadurch auf die Erfindung eines Inſtrumentes geleitet, welches zu mehreren feinern phyſikaliſchen Unterſuchungen beſonders geeignet zu ſeyn ſchien. Er nannte daſſelbe ein Differenz-Thermometer. M. ſ. den Artikel: Thermometer. Wenn man die Kugel dieſes Differenz-Thermometers, welche den Ueberreſt des gefärbten Flüſſigen enthält, mit Hüllen von Cambrai oder feinem Papier umgiebt, und dieſe mit reinem Waſſer befeuchtet, ſo giebt daſſelbe ein Hygrometer ab. Durch das Sinken in dem gegenüberſtehenden Theile der Röhre nämlich wird die durch Ausdehnung entſtehende Verminderung der Temperatur angegeben, und folglich die Trockenheit der umgebenden Luft beſtimmt. Die ganze Wirkung wird in ſehr kurzer Zeit, welche ſelten mehr als 2 Minuten ausmacht, hervorgebracht, und bleibt alsdenn, wenn keine Veränderung der Umſtände eintritt, ungeändert, bis die ganze Feuchtigkeit verdunſtet iſt. Um dabey alle mögliche photometriſche Einflüſſe auszuſchließen, können die beyden Kugeln nahe dieſelbe Farbe und Dunkelheit erhalten, indem die frey bleibende aus blauem oder grünem Glaſe geblaſen, und die bedeckte mit dünnerm Seidenzeuge umgeben wird, deſſen Farbe etwas heller iſt, und erſt durch die Beſeuchtung eben jene Farbe annimmt. Dieſem Hygrometer kann man auch zwey verſchiedene Formen geben, je nachdem man es tragbar oder ſtillſtehend verlangt. Das erſtere hat ſeine zwey Kugeln ſenkrecht über einander, wird mit einem hölzernen oder

elfenbeinernen Käſtchen verſehen, und ſo eingerichtet, daß man es in der Taſche tragen kann; ſo oft man es gebraucht, tröpfelt man mit einem Haarpinſel einige Tropfen reines Waſſer auf die Oberfläche der bedeckten Kugel, und ſtellt dann das Inſtrument vertikal auf. Das ſtillſtehende Hygrometer iſt zu genauern Verſuchen beſtimmt, und dieſerwegen ſind die beyden Kugeln zwar etwas nach entgegengeſetzten Richtungen gebogen, aber in gleicher Höhe. Bey dieſer Einrichtung des Inſtrumentes wird die bedeckte Kugel nicht blos befeuchtet, ſondern feucht erhalten, indem man einige Faſern Seide über ſie hinzieht, und dieſe in einer Entfernung von einigen Zollen in eine mit Waſſer gefüllte Glasflaſche, die neben dem Pfropfen einen kleinen Ausguß hat, eintaucht, wie dies die fig. 18. vorſtellet. Durch dieſe Faſern wird Waſſer zu der befeuchteten Kugelhülle hinübergeführet, ſobald letztere durch Ausdünſtung austrocknet; jedoch muß man die Seidenfädchen, um ihrer Wirkung gewiß zu ſeyn, vorher in heißem Waſſer eingeweicht haben, um ſie von dem etwa anhängenden Gummi zu befreyen, und die Mündung der Glasflaſche muß ein wenig höher ſtehen, als die Kugel des Hygrometers. Bey dieſer Einrichtung kann das Hygrometer Wochen und Monate lang ſeine Beſtimmung erfüllen, und wenn die Seidenfäden endlich durch Staub untüchtig werden, ſo kann man ihre Thätigkeit durch Abwaſchen mit einem reinen Pinſel herſtellen.

Nach Leslie leiſtet dies Hygrometer ſeine Dienſte, ſelbſt wenn es dem Froſte ausgeſetzet iſt. Die über die Oberfläche der bedeckten Kugel verbreitete und davon eingeſogene Feuchtigkeit kühlt ſich etwas unter dem Gefrierpunkt ab, und gefriert dann zu einer feſten Maſſe. In dem Augenblick, wo das Gefrieren anfängt, wird ein wenig Wärme frey, wodurch die Temperatur des Gefrierpunktes wieder hergeſtellt wird; die gefärbte Flüſſigkeit geht daher, nach Maasgabe der größern Kälte der Atmoſphäre, zurück in die entgegengeſetzte Röhre, und

bleibt so stehen, bis das Gefrieren vollendet ist. Aber nach der vollendeten Bildung der Eiskruste geht nun die Ausdünstung regelmäßig vorwärts, und die Temperatur des gefrornen Ueberzuges wird nun desto geringer, je trockener die Luft ist. Die jetzt mehr als die umgebende Luft abgekühlte Oberfläche nimmt nun Wärme von der Luft an, die aber sogleich dazu verwandt wird, etwas Eis in Wasser und dieses in Dampf zu verwandeln; denn diese Veränderungen muß das Wassertheilchen erst erleiden, ehe es in die Luft kann aufgenommen werden. Da nun die Wärme, welche erforderlich ist, um Eis zu schmelzen, etwa $\frac{1}{7}$ der Wärme beträgt, welche beym Verdampfen des Wassers aufgewandt wird, so erhellet, daß der Hygrometer, wenn die Oberfläche der empfindlichen Kugel mit Eis bedeckt ist, unter gleichen Umständen um $\frac{1}{7}$ mehr sinken wird, als sonst.

Der Theorie dieses Hygrometers zu Folge ist es nun nach Leslie möglich, nicht allein die relative, sondern auch selbst die absolute Trockenheit der Luft zu bestimmen, d. h. die Menge von Feuchtigkeit, die sie noch aufnehmen kann, anzugeben; indem es nur nöthig ist, die Capacität der Luft mit dem Maaß der Wärme zu vergleichen, welche erforderlich ist, um eine gegebene Menge Wasser in Dampf zu verwandeln. Indessen ist es schwierig, die Capacität der Luft zu bestimmen; man kennt diese noch nicht sonderlich genau, und setzt sie, nach Leslie's Meynung, viel zu hoch an. Nach mehreren übereinstimmenden Versuchen rechnet er die Capacität nur auf $\frac{3}{8}$ der Capacität des Wassers. Da nun 600 Centesimalgrade, oder 6000 Grade des Differenzthermometers zum Verdampfen von Wasser verwandt werden, so würde diese Wärmemenge hinreichen, um eine gleiche Luftmasse um 16000 Millesimalgrade zu erwärmen, welches $\frac{8}{3}$. 6000 ist. Die von jedem berührenden Lufttheilchen an die kalte Umhüllung abgetretene Wärme, oder die entsprechende Verminderung

der Temperatur muß aber, wenn das Gleichgewicht eingetreten ist, gleich seyn der durch die Verdampfung entzogenen Wärme; man kann also den Schluß ziehen, daß bey der Temperatur der befeuchteten Kugel die umgebende Luft so viele 1600otel ihres Gewichts, als das Hygrometer Grade zeigt, an Feuchtigkeit aufzunehmen im Stande ist. Zeigt z. B. das Hygrometer 50 Grade, so bedarf die Luft $\frac{1}{32}$ ihres Gewichts an Feuchtigkeit, um so viel davon zu enthalten, als sie bey der erniedrigten Temperatur der feuchten Oberfläche aufnehmen kann. Wenn die bedeckte Kugel des Hygrometers mit Eis beleget ist, so muß man den Werth eines Grades um $\frac{1}{7}$ höher ansetzen, also für jeden eine Absorption von Feuchtigkeit gleich $\frac{1}{14000}$ des Gewichts der Luft rechnen.

Uebrigens macht Herr Leslie mehrere Bemerkungen über die Anwendung und den Nutzen des Hygrometers nicht allein in Hinsicht der Meteorologie, sondern auch in Absicht des Ackerbaues und mancher Künste und Gewerbe, und giebt zugleich noch eine auf neuere Ansichten gegründete Uebersicht über die Zu- und Nichtzulässigkeit derjenigen Substanzen, welche gewöhnlich zu Hygroscopen gebrauchet werden.

Auch Herr T. F. Daniell *) wurde durch die allgemein bekannte Erfahrung, daß mehrere Körper, welche der Luft von einer sie übertreffenden Temperatur ausgesetzet werden, feucht werden, auf ein neues Hygrometer geleitet, welches die Kraft und das Gewicht des Wasserdampfes in der Atmosphäre, und den entsprechenden Grad der Verdunstung mißt. Es besteht dasselbe aus zwey Kugeln von dünnem Glase $\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmesser, die sich an den Enden einer $1\frac{1}{2}$ Linien weiten Glasröhre befinden, welche über jede der Kugeln unter einem rechten Winkel gebogen ist, so daß sie

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXV. S. 169. ff. aus dem Engl. übersetzt.

einen langen und kurzen Arm bildet. Die Fig. 19. stellt es in der Hälfte der wahren Größe dar. Der längere Arm BC schließt ein kleines Thermometer DE, in sich, dessen länglich rundes Queckſilbergefäß bis tief in die Kugel B herabreicht. Nachdem man den unterſten Theil der Kugel A in ein Haarröhrchen ausgezogen, und die Kugel B zu $\frac{2}{3}$ mit Aether gefüllt hat, bringt man dieſen Aether in ihr über einer Lampe zum Kochen, und ſchmelzt, wenn die Aetherdämpfe alle Luft aus dem Inſtrumente zu der Oeffnung des Haarröhrchens herausgetrieben haben, dieſes hermetiſch zu. Iſt der Prozeß gelungen, ſo muß, wenn das Inſtrument nach dem Erkalten umgekehret, und die Kugel in die Hand genommen wird, aller Aether in die andere Kugel A hinüber getrieben werden, und in ihr in heftiges Kochen gerathen. Man verſieht dann die Kugel A mit einem Ueberzug von Mouſſelin, und bringt das Inſtrument in der in der Figur abgebildeten Lage auf das meſſingene Fußgeſtell GH, an deſſen Säule ein kleines Thermometer KL angebracht iſt. Die federnde meſſingene Hülſe I hält daſſelbe, ohne zu verhindern, daß es ſich hin und her ſchieben und leicht heraus nehmen läßt.

Mit dieſem Inſtrumente wird folgender Maaßen beobachtet. Nachdem man durch die Wärme der Hand allen Aether in die Kugel B getrieben hat, ſtellt man es vor einem Fenſter oder in freyer Luft ſo, daß die Kugel B ſich in der Höhe des Auges befindet, und tröpfelt dann einige Tropfen Aether auf die mit Mouſſelin überzogene Kugel A. Die durch das Verdunſten dieſes Aethers entſtehende Kälte, condenſirt anhaltend und ſchnell den in der Kugel A befindlichen Aetherdampf, und bringt dadurch in dem Aether der Kugel B ein ſchnelles Verdunſten, und alſo ein Sinken der Temperatur hervor, welches das Thermometer DC anzeiget, und dieſe Wirkungen ſind faſt augenblicklich; denn ſchon 2 Sekunden nach dem Auftröpfeln des

Aethers fängt das Thermometer an herabzugehen. Man bringt so leicht eine Erkältung von 30° Fahr. hervor, und Daniell hat selbst den Aether kochen und das Thermometer unter 0 Fahr. herabkommen sehen. Durch diese künstliche Erkältung wird der in der Atmosphäre vorhandene Wasserdampf auf der Kugel B verdichtet, und zwar zuerst in Gestalt eines schmalen Ringes von Thau rings um die Oberfläche des Aethers, dem Sitze der Verdunstung. Den Thermometerstand, bey welchem dieser Ring sichtbar zu werden anfängt, muß man genau beobachten, welches bey einiger Uebung leicht ist, besonders wenn man hinter die Kugel eine schwarze Fläche stellt. Man sieht dann auch sehr deutlich die Strömungen, welche das Gleichgewicht wieder herzustellen suchen. Das Gefäß des Thermometers ist nicht ganz, sondern nur so weit in den Aether eingetaucht, daß dieser bey der größten Erkältung noch bis an die Mitte des Gefäßes reicht.

Der größte Unterschied, den Daniell im Stande des äußern und innern Thermometers während 4 Monaten täglicher Beobachtungen in dem Augenblicke gefunden hat, wenn der Niederschlag der atmosphärischen Feuchtigkeit sichtbar zu werden begann, war von allen 20° Fahr. Bey sehr feuchtem Wetter muß man den Aether sehr langsam auf die Kugel gießen, sonst fällt das Thermometer so schnell, daß man den gesuchten Grad nicht mit Sicherheit bestimmen kann. Bey trockener Witterung muß man dagegen die Kugel stark und wiederholt mit Aether befeuchten, um den erforderlichen Grad der Kälte zu erreichen. Uebrigens muß man sich vorsehen, daß nicht der Athem des Beobachters an die Kugel komme. Daniell versichert, seinen vielfältigen Beobachtungen zu Folge, daß dieses sein Hygrometer in jeder Hinsicht die verlangten Resultate sicherer, als jedes andere Instrument dieser Art, anzeige.

Nach der Zeit hat Daniell *) dieſem ſeinen Hygrometer eine veränderte Einrichtung gegeben, welche die fig. 20. vorſtellet. Er hatte verſuchet, ſtatt Glas lieber Metall zu nehmen, aus dem Grunde, weil es ein größerer Wärmeleiter und einer höhern Politur fähig ſey. Die fig. 20. giebt dieſes veränderte Hygrometer in dem dritten Theile ſeiner wahren Größe an.

Die beyden Kugeln A und B nebſt der ſie verbindenden Röhre ſind aus ſehr dünnem Meſſingbleche getrieben. An der untern Oeffnung der erſtern iſt ein kurzes Stück eines Platinröhrchens angelöthet, und auf dieſes iſt ein hinlänglich langes Glasröhrchen F eingeſchmolzen oder eingeſchweißt, mittelſt deſſen ſich, wenn der Aether in der Kugel A heftig ſiedet, die Kugel B vor der Länge des Löthrohrs zu ſchmelzen läßt. Das Thermometer D hat eine Röhre von großer Glasſtärke, und ein Gefäß von kleinerm Querdurchmeſſer als die Röhre, und iſt in dem Meſſingringe, der ſich zuoberſt auf der Kugel B befindet, luftdicht ſo eingetrieben, daß das Gefäß deſſelben bis mitten in dieſe Kugel hinabgeht. Die Kugel A iſt mit dünnem Mouſſelin ſtraff überzogen, die Kugel B aber auf das beſte polirt.

Dieſe neue Einrichtung des Hygrometers hat nach Daniell vor der frühern zwey weſentliche Vorzüge. Sie ſetzt erſtens den Beobachter in den Stand, den Zeitpunkt, wenn ſich der Waſſerdampf in der Luft als Thau niederzuſchlagen anfängt, mit der größten Genauigkeit wahrzunehmen, denn die weißen Nebel erkennt man, gegen die polirte Metallfläche geſehen, ſobald ſie ſich bilden, indeß dieſes beym Glaſe, beſonders in dunſtigem Wetter, Uebung erfordert. Die Politur läßt ſich zwar beym Metall leicht erhalten, wenn man es häufig mit Leder und Putzpulver abwiſcht, doch iſt es noch beſſer das Hygrometer ſtark zu vergolden, wodurch es ein ſchönes Anſehen erhält. Zweytens kann man bey die-

*) Ebendaſelbſt. S. 405. ff.

ser Einrichtung die Empfindlichkeit des Instruments durch Vergrößerung der Skale des Thermometers DE nach Belieben erhöhen. Ein in einem gläsernen Instrumente eingeschlossenes Thermometer konnte nur sehr kleine Grade erhalten, da jetzt aber das Thermometer aus der Kugel hervorraget, so kann man dasselbe so lang machen, als man will.

Herr Muncke *) hat über Daniell's Hygrometer einige Bemerkungen gemacht, welche angeführt zu werden verdienen. Er führet ganz richtig an, daß die Dichtigkeit des Wasserdampfs in der Atmosphäre eine Funktion der Temperatur sey, und daß man also die erstere durch die letztere zu finden vermöge. Indessen hätten alle bisherigen hygrometrischen Untersuchungen an der Unvollkommenheit der Hygrometer gescheitert, indem diese letztern schon dieserwegen ungenügende Resultate geben mußten, weil keine hygroskopische Substanz diese ihre Eigenschaft in der nämlichen Stärke nur eine Woche, geschweige denn Jahre lang beybehielt. Wenn gleich die Beobachtungen an dem von Herrn Daniell vorgeschlagenen Apparate etwas mühsam und zeitraubend wären, so lasse sich doch nicht verkennen, daß derselbe ein eigentliches und wahres Hygrometer sey. Inzwischen, scheine es ihm, sey Folgendes dabey zu berücksichtigen:

1. An der Art der angegebenen Construction finde er Einiges auszusetzen, nämlich das Anbringen einer gläsernen Spitze in einem Rohre von Platin, wodurch die Verfertigung desselben unnöthig zusammengesetzet werde. Nach seiner Ueberzeugung müßte dasselbe aus Platin oder aus Kupfer verfertiget werden, und aus zwey, anderthalb bis höchstens 1,75 Zoll weiten, und durch eine 2 Linien im Durchmesser haltende, 6 bis 8 Zoll lange Röhre verbundenen Kugeln bestehen. Zu größerer Ersparniß könnte die eine Kugel, welche mit

*) Gilbert's Annalen. B. LXVIII. S. 69. ff.

feinem Baumwollenzeuge umwunden wird, unvergoldet bleiben. Beyde Kugeln, so wie die Röhre, müßten hart gelöthet, oben auf der vergoldeten aber ein kleiner, mit einer Mutterschraube versehener Cylinder angelöthet seyn, durch welchen das eine, mit einer kleinen Kugel versehene Thermometer, vermittelst einer Schraube und eines zwischenliegenden in Wachs und Fett getränkten Leders, luftdicht eingeschroben werden könne. Letzteres müsse sich in einer kupfernen, der Symmetrie und Schönheit wegen gleichfalls vergoldeten Fassung befinden, worin es mit Siegellack fest gekittet werden könne, und damit dieses inwendig von den Aetherdämpfen nicht aufgelöset werde, dürfe man am untern Ende nur etwas Gyps überstreichen, oder das Siegellack mit dem bekannten Kitte aus Candis-Zucker, Bleyweiß und arabischen Gummi überdecken, und erhärten lassen. Die Kugeln würden dann mit der erforderlichen Menge Aethers gefüllt, und bis zum Sieden desselben erhitzt. Nachdem das Sieden einige Minuten gedauert habe, schraube man die Thermometerkugel mit ihrer Fassung luftdicht hinein, lasse den Apparat erkalten und hänge ihn so auf, wie Daniell angebe. Auf diese Weise gewinne man noch den Vortheil, daß der Apparat ohne große Mühe wieder geöffnet, mit neuem Aether gefüllt, und wieder ausgekocht werden könne; auch könnten die Künstler denselben viel leichter ungefüllt verpacken und versenden, indem das Auskochen in weniger Zeit leicht geschehen könne.

2. Auf welche Weise dieser Apparat sich gebrauchen lasse, um den Zustand der Feuchtigkeit in der Atmosphäre zu bestimmen, oder welche Sprache er rede, ergebe sich leicht. Herr Daniell habe vollkommen Recht, wenn er denjenigen Stand des Thermometers in der Kugel, bey welchem sie zuerst mit etwas feinem Nebel überdeckt werde, als den Sättigungspunkt der Luft mit Wasserdampf ansehe. Nach den zahlreichen Versuchen, welche er über diesen Gegenstand angestellet habe, werde zwar

dieses Verfahren den Sättigungspunkt der Atmosphäre um eine Kleinigkeit zu hoch angeben, welche mit der Differenz der Stände des im Freyen aufgehangenen und des in der Kugel eingeschlossenen Thermometers wachse; allein er halte diesen Werth für unbestimmbar, und im Ganzen für den Gebrauch von unbedeutendem Einflusse. Es gehe nämlich schon aus der Natur der Sache hervor, und folge aus seinen Beobachtungen unzweifelhaft, daß ein Körper, welcher tief unter die Temperatur der umgebenden Luft erkaltet werde, die Wärme aus derselben anziehe, und damit zugleich den in derselben aufgelößten Wasserdampf auf seiner Oberfläche angehäuft erhalte. Der letztere werde zwar durch seine Affinität zur Wärme den Zustand der Expansion möglichst lange beybehalten, und immer wieder erhalten, wenn nicht die Menge des zu dem erkalteten Körper hinströmenden Wärmestoffs zu groß sey; also bey dem vorliegenden Apparate in dem Falle, wenn die Differenz beyder Thermometer sehr groß sey.

3. Um den Zustand der größern oder geringern Menge Wasserdampfs in der Atmosphäre zu bestimmen, dürfe man nur im Allgemeinen berücksichtigen, daß der Grad der Feuchtigkeit, bey gleicher Sättigung, den Temperaturen direkt proportional sey. Genauer genommen sey die Dichtigkeit des Wasserdampfs nach Gay-Lussac $= \frac{10}{16}$ derjenigen, welche die atmosphärische Luft bey gleicher Temperatur und gleicher Elasticität haben würde. Wenn daher der Sättigungspunkt der Atmosphäre in der Kugel des Thermometers angegeben sey, so dürfe man nur die Dichtigkeit der atmosphärischen Luft bey 28 Zoll Barometerstand mit dem Coefficienten der Elasticität des Wasserdampfs bey der gegebenen Temperatur, und das erhaltene Produkt mit der Verhältnißzahl $\frac{10}{16}$ multipliciren, um die Dichtigkeit des Wasserdampfs zu finden. M. s. d. Artikel: Dämpfe. Th. VIII. S. 431. ff.

Herr Gilbert hatte in einer der beygefügten Anmerkungen angeführet, daß unerachtet des guten Vorschlags zur Verbesserung des Daniell'schen Hygrometers es den Künstlern zu Berlin nicht gelingen wolle, solche Werkzeuge aus Messingblech zu verfertigen, indem es ihnen äußerst schwierig falle, sie auf die Dauer luftleer zu machen, und gleichwohl nur in luftleeren Instrumenten die Condensation der wässerichten Atmosphäre auf der mit Schwefel-Aether gefüllten Kugel am Rande der Aetherfläche, in andern dagegen an der Röhre nahe an der mit Schwefel-Aether von außen befeuchteten Kugel vor sich gehen solle.

Sr. Königl. Hoheit, der Großherzog von Sachsen-Weimar *) hatte dem Herrn Doebereiner zu Jena ein von Herrn Grecher in Berlin verfertigtes Daniell'sches Hygrometer von Glas verehret. Gleich bey den ersten Versuchen mit selbigem fand Herr Doebereiner, daß man mit dem Auftröpfeln des Schwefel-Aethers auf die mit Mousselin bedeckte Kugel desselben, sehr vorsichtig seyn müsse, wenn die Abkühlung in der andern Kugel gerade nur bis zur anfangenden Condensation des Wasserdampfes der Luft kommen solle, oder man den wahren Condensationspunkt finden wolle. Dies bestimmte ihn auf Mittel zu denken, welche im Stande seyn möchten, entweder zu rasche oder zu große Abkühlung entfernt zu halten, oder den ersten Augenblick der beginnenden Condensation des Wasserdampfes, durch irgend eine andere Erscheinung, als durch Entstehung des Thauringes, anzuzeigen. Nach Ueberlegung mehrerer hiezu geschickten Substanzen stellte er zuletzt selbst Verdunstungsversuche an, und fand, das Schwefel-Aether überaus leicht verdampft und einen hohen Grad von Kälte hervorbringt, wenn man Luft in dünnen Strömen durch ihn streichen läßt, und dies sein Verhalten machte ihm jetzt das Daniell'sche Hygrometer völlig

*) Gilbert's Annalen d. Phys. B. LXX. S. 135. f.

entbehrlich. Er ließ sich nur von einem ausübenden Mechanikus ein sehr kleines, auf der Oberfläche vergoldetes, cylindrisches Gefäß von dünnem Messingblech verfertigen. In diesem wurde ein bis auf die Mitte des Bodens absteigendes Metallröhrchen (Fig. 21.) A, angebracht, welches unten mit vielen kleinen Oeffnungen versehen ist, wodurch die einzublasende Luft einströmen kann, und überdem das Gefäß mit einem beweglichen Deckel B zur Aufnahme eines sehr kleinen Thermometers, und einer zweyschenklichen Glasröhre E versehen, durch welche die mit Aetherdampf erfüllte Luft ausfließen kann. In dieses kleine Gefäß brachte er beym ersten Versuch, wo die Temperatur der Luft 56° Fahr. war, und der Condensationspunkt des Wasserdampfs nach dem Daniell'schen Hygrometer bey 45° Fahr. lag, ohngefehr 10 Tropfen Aether, und bließ nun mit Hülfe einer Compressionspumpe (statt welcher man auch eine mit Luft gefüllte Blase oder irgend ein anderes Gebläse anwenden kann) Luft durch den eingebrachten Aether. Als ungefehr 20 Zolle Luft eingeblasen waren, beschlug die ganze untere Hälfte der Oberfläche des Gefäßes mit sichtbarem Thau, und das Thermometer fiel von 56° Fahr. auf 46° Fahr. herab. Der Unterschied der Temperatur der Luft und des Condensationspunktes des Wasserdampfes betrug also nur 10° Fahr. während das Daniell'sche Hygrometer diesen = 11° angab.

Nachher brachte er etwas größere Quantitäten Aethers auf die angezeigte Art in jenem Gefäße bis zum völligen Verdampfen, und dadurch wurde mehrere Male die Temperatur von 57° und 60° Fahr. bis auf 0 Fahr. herabgebracht, und ein so häufiger Niederschlag des Wasserdampfes bewirkt, daß das ganze Gefäß mit einer Schneerinde bedeckt erschien.

Da nach dieser Einrichtung des Herrn Doebereiner die Größe der durch die Verdampfung des Aethers bewirkten Abkühlung, durch die Menge der Luft bestimmt

wird, welche man durch den Aether ſtreichen läßt; ſo hat man den Gang der Verdampfung des Aethers und der Abkühlung ganz in ſeiner Gewalt, und es iſt daher leicht, durch langſames Blaſen jederzeit den wahren Condenſationspunkt des Waſſerdampfes zu erforſchen. Uebrigens kann dieſe Vorrichtung ſo klein und dauerhaft ſeyn, daß man ſie bequem in einem Etui auf Reiſen mit ſich nehmen, und überall damit Verſuche anſtellen kann.

Da es den Künſtlern in Berlin nicht gelingen wollte, das Daniell'ſche Hygrometer von Metall ſo zu verfertigen, daß es für die Dauer luftleer erhalten werden könne, ſo ward der Herr D. Körner zu Jena dadurch um ſo mehr gereizt, es ſo lange zu verſuchen, bis er wirklich ein Daniell'ſches Hygrometer von Metall vollkommen zu Stande gebracht hatte. Er bemerket dabey, daß nach des Herrn Hofr. Munke Vorſchlag zu arbeiten, allerdings Mißlingen nach ſich ziehen würde, und iſt erböthig, jedem die Einrichtung deſſelben mitzutheilen, der ſie von ihm verlangt.

Uebrigens glaubt Herr Körner, daß Daniell die Sache zu weit hergeholet, und das Hygrometer dadurch zu koſtbar gemacht habe, ſie laſſe ſich weit näher haben. Denn im Ganzen komme es doch nur bloß darauf an, einen ſchicklichen Körper in den Zuſtand einer niedrigeren Temperatur, als die der umgebenden Luft, zu verſetzen, damit ſich aus dieſer, während ſie ſich ins Gleichgewicht der Wärme zu ſetzen ſtrebt, der Waſſerdampf als tropfbare Flüſſigkeit an jenen Körper abſetze; und daß man den Temperaturunterſchied zwiſchen der Wärme der Atmoſphäre und der künſtlichen Erkältung, wenn der Niederſchlag ſich zu bilden anfängt, genau beobachten könne. Dieſe beyden Aufgaben laſſen ſich aber nach Herrn Körner mit einem dazu eingerichteten, übrigens den gewöhnlichen ähnlichen, Thermometer genügend auflöſen.

Man blaſe an eine Thermometerröhre eine oben eingedrückte Kugel, deren Durchſchnitt einen Meniskus

bilde, fülle sie mit Queckſilber, und graduire ſie. Thut man alsdenn in die Höhlung der eingedrückten Kugel etwas Baumwolle, und tröpfelt auf ſie Schwefel-Aether, ſo fällt das Thermometer im Augenblick, und nach Verhältniß des in der Atmoſphäre befindlichen Waſſerdampfs bildet ſich früher oder ſpäter außen an der Kugel ein unendlich feiner Niederſchlag, der ſich überaus gut wahrnehmen läßt, und in kurzer Zeit ſo beträchtlich wird, daß öfters die Tröpfchen an der Kugel herabrinnen. Mit Leichtigkeit hatte Herr Körner die Erkältung durch Anfeuchten mit Schwefel-Aether von + 17° Reaum. bis 0° gebracht, und wenn er die Verdampfung des Schwefel-Aethers durch Blaſen mit dem Löthrohre unterſtützte bis — 5°; eine Erkältung, die hinreichend ſeyn werde, immer einen Niederſchlag hervorzubringen.

Hyperoxyde. M. ſ. Oxyde.

J.

Inflexion des Lichtes. (Zuſ. z. dem Artikel: Beugung des Lichtes Th. VIII. S. 319.). Herr Fraunhofer *) hat durch ſehr belehrende Verſuche die eine ſo wichtige Rolle ſpielende Erſcheinung, die Beugung des Lichtes, mehrere Entdeckungen gemacht, welche hier nothwendig nachzutragen ſind. Er bemerket zuerſt ganz richtig, daß man bey den Verſuchen mit Beugung des Lichtes bisher, außer einer Luppe, keine Sehewerkzeuge mit Vortheil habe anwenden können, und dies möge wohl eine von den Urſachen ſeyn, weswegen man in dem phyſiſchen Theile der Optik noch weit zurück ſey, und warum man noch ſo wenig von den Geſetzen dieſer Modifikation des Lichtes wiſſe. Da die Farbenſäume, welche nach den gewöhnlichen Verſuchen durch die Beu-

*) Neue Modifikation des Lichtes durch gegenſeitige Einwirkung und Beugung der Strahlen, und Geſetze derſelben von Joſ. Fraunhofer in München. 4. 1822.

gung des Lichtes entstehen, sehr klein sind, auch noch durch die Fläche, womit man den Schatten auffängt, der größte Theil des Lichtes verloren geht, so ist von der bisher angewandten Art, die Erscheinungen der Beugung zu beobachten, keine große Genauigkeit zu erwarten; um so mehr, da man auf diese Art die Winkel der Ablenkung des Lichtes, durch welche allein man mit den Gesetzen der Beugung bekannt werden kann, nicht erfährt. Man hat bisher die Winkel, welche mit dem Weg des gebeugten Lichtes bekannt machen sollen, aus der Größe der Farbensäume, und ihrer Entfernung vom beugenden Körper, berechnet; aber mit Voraussetzungen, welche der Wahrheit nicht entsprechen, und daher falsche Resultate geben.

Um so viel möglich Täuschungen zu entgehen, und die Erscheinungen der Beugung des Lichtes auf die möglichst einfachen Gesetze zu bringen, stellte Fraunhofer folgende Versuche an:

I. Beugung des Lichtes durch eine einzelne Oeffnung.

Um alles durch eine schmale Oeffnung gebeugte Licht in das Auge zu bekommen, und die Erscheinungen stark vergrößert zu sehen, noch mehr aber, um die Winkel der Ablenkung des Licht unmittelbar messen zu können, stellte Herr Fraunhofer einen Schirm, der eine schmale vertikale Oeffnung enthielt, die durch eine Schraube breiter oder schmäler gemacht werden konnte, vor das Objectiv eines Theodolith-Fernrohrs. Mittelst eines Heliostats ließ er in einem finstern Zimmer, durch eine schmale Oeffnung, Sonnenlicht auf den Schirm fallen, durch dessen Oeffnung es folglich gebeuget wurde. Durch das Fernrohr konnte er alsdenn die Erscheinungen, welche die Beugung des Lichtes hervorbringt, vergrößert, und doch mit hinlänglicher Helligkeit beobachten, zugleich aber auch die Winkel der Ablenkung des Lichtes mit dem Theodolith messen.

Die Farben, welche durch die Beugung des Lichtes bey einer einzelnen Oeffnung hervorgebracht werden, sind

in Hinsicht ihrer Folgen jenen der Newtonschen Farbenringe, welche durch Berührung zweyer wenig converen Gläser entstehen, ähnlich; mit dem Unterschied, daß bey letztern in der Mitte ein schwarzer Flecken gesehen wird, bey ersteren aber nicht. Die Uebergänge von einer Farbe in die andere, sind nicht scharf begrenzt, sondern unmerklich; eben so der Uebergang von einem Spectrum in das andere.

Das Instrument, womit er beobachtet und die Winkel gemessen hat, war ein 12zölliges repetirendes Theodolith, welches mittelst der Verniers auf 4″ theilte. Die Breite der Oeffnung des Schirmes maaß er mit einem eigens dazu eingerichteten achromatischen Mikroskop. Innerhalb der Grenzen der Genauigkeit der gemessenen Winkel ergaben sich folgende Gesetze:

1. bey einzelnen Oeffnungen von verschiedener Breite verhalten sich die Winkel der Ablenkung des Winkels, umgekehrt wie die Breiten der Oeffnungen.

2. In dem, durch eine schmale Oeffnung gebeugten Lichte folgen die Abstände der rothen Strahlen der verschiedenen Spectra von der Mitte, zu beyden Seiten, in dem Verhältnisse der Glieder einer arithmetischen Reihe, in welcher die Differenz dem ersten Gliede gleich ist.

Dieses Gesetz gilt auch für die übrigen farbigen Strahlen, und ist auch für die von der Axe weit entfernten Spectra richtig.

Um zu sehen, ob die durch Beugung entstandenen Farbenspectra aus homogenem Lichte bestehen, befestigte Herr Fraunhofer ein kleines Flintglasprisma von ohngefähr 20° so vor das Okular des Theodolithfernrohrs, daß die Axe des Prisma horizontal lief, und die Spitze nach unten gekehrt war. Hat man bey diesem Okular im Gesichtsfelde des Fernrohrs ein homogenes Farbenspektrum, z. B. das, welches man erhält, wenn man vor das Objectiv ein gutes Prisma stellt, so wird man in jeder Farbe den Kreuzfaden im Ocular

sehen; hat man aber kein homogenes Licht im Gesichtsfelde, so wird der horizontale Faden verschwinden. Die Ursache ist nicht schwer einzusehen. Bringt man die durch Beugung bey einer einzelnen Oeffnung des Schirmes entstandenen Farbenspektra in das Gesichtsfeld, so sieht man bey dem ersten und zweyten keine Spur des horizontalen Fadens; bey dem dritten Spectrum glaubt man etwas zu bemerken; bey dem vierten Spectrum sieht man ihn etwas bestimmter, doch noch sehr undeutlich; diese Undeutlichkeit vermindert sich bey den folgenden Spectern allmählig mehr, so daß man weit von der Mitte entfernt, den horizontalen Faden etwas begrenzt sieht. Demnach bestehen die der Axe nahen Spectern nicht aus homogenem Lichte; die weitern von der Axe entferntern werden allmählig homogen.

Das untere horizontale rothe Ende der erstern Spectra wird durch das Prisma am Okular blau gesehen; das obere blaue Ende dieser Spectra aber roth, was ebenfalls beweiset, daß die ersten Spectra nicht aus homogenem Lichte bestehen; denn in einem durch ein Prisma gebildeten Spectrum läßt sich aus rothen Strahlen kein blaues Licht hervorbringen, so wie aus dem blauen kein rothes. Da durch das Okularprisma das Licht gebrochen wird, und, der verschiedenen Brechbarkeit der verschiedenartigen Strahlen wegen, z. B. die blauen stärker als die rothen, so ist, wenn ein homogenes Farbenspectrum im Gesichtsfelde ist, welches ohne Okularprisma horizontal wäre, der Faden mit dem Okularprisma nicht horizontal, sondern an dem Ende, wo er in die brechbaren Strahlen weiset, tiefer, an dem entgegengesetzten Ende höher, und hat daher eine schiefe Lage. Da bey den durch Beugung entstandenen Spectern diejenigen, welche weit von der Axe entfernt sind, sich gegenseitig decken, und immer ein Theil des Spectrums in das vorhergehende und folgende fällt, so dient die schiefe Lage des Fadens sich von ihrem Daseyn besser zu überzeugen, und sie zu zählen. Man

ſieht nämlich, wenn mehrere Spectra, die ſich gegenſeitig decken, im Geſichtsfelde ſind, ſo viele ſchiefliegende Fäden, als das Geſichtsfeld Spectra enthält.

Bey dieſen angeführten Verſuchen über die Beugung des Lichtes waren die zwey Schneiden, welche die ſchmale Oeffnung bilden, durch welche das Licht ging, von dem Objektiv, oder dem leuchtenden Punkt gleich weit entfernt. Um nun aber auch gehörige Verſuche für den Fall anzuſtellen, wo die beyden Schneiden von dem Objektiv eine ungleich weite Entfernung beſitzen, hatte Herr Fraunhofer auf einer Scheibe, welche ſanft um ihre Mitte gedrehet werden konnte, und welche horizontal vor dem Objektiv eines Fernrohrs lag, und mit dem Fernrohr feſt verbunden war, zwey Schirme befeſtiget, deren Schneiden vertikal und genau gradlinigt waren, und woran der eine dem Objektiv näher als der andere ſtand. Dieſe Schneiden bildeten für das auffallende Licht eine ſchmale vertikale Oeffnung, die um ſo kleiner war, je näher dieſe Schneiden an der optiſchen Axe ſich befanden. Dieſe Oeffnung konnte durch Umdrehung der horizontalen Scheibe kleiner und größer gemacht werden.

Wurde die horizontale Scheibe ſo gedrehet, daß die beyden Schneiden der Schirme dem Lichte eine Oeffnung von ungefähr 0,02 bis 0,04 Zoll ließen, ſo hatten die durch die Beugung an den zwey Schneiden entſtandenen Spectra das Anſehen, wie wenn ſie durch Schneiden, die neben einander liegen, gebildet worden wären; drehete man aber die Scheibe nach der Richtung links fort, ſo daß die Breite der Oeffnung allmählig kleiner ward, ſo nahmen die Spectra auf der einen Seite der Axe, in horizontaler Richtung, an Breite zu, während ſie auf der andern nicht ſo ſchnell wuchſen, d. h. die Spectra hörten auf zu beyden Seiten der Axe ſymmetriſch zu ſeyn. Bey ſehr kleinen Oeffnungen ward dieſe Ungleichheit ſo groß, daß ein Spectrum auf der einen Seite 2 bis 4 mal ſo groß ſeyn konnte, als auf

der andern. Bey fortgesetztem langsamen Drehen nach derselben Richtung fingen die größern Spectren an, eines nach dem andern zu verschwinden, und zwar so, daß z. B. das fünfte Spectrum sich fast plötzlich in den ganzen sichtbaren Raum ausbreitete, und endlich unkenntlich ward; dann geschah erst dasselbe dem vierten Spectrum; endlich dem dritten u. s. w. Auf der andern Seite der Axe änderten sich indeß die Spectra nicht auffallend. Waren alle Spectra auf der einen Seite verschwunden, so verschwanden endlich auch die auf der andern Seite; doch nicht eins nach dem andern, sondern alle zugleich; in dem Falle nämlich, wenn die Schneiden der beyden Schirme die optische Axe durchschnitten hatten, und kein Licht mehr auf das Objectiv fiel. Die größern Spectra befanden sich immer auf der Seite, auf welcher der dem Objectiv nähere Schirm stand.

Wenn das Licht durch eine solche breite Oeffnung der beyden Schirme hindurchgeht, und gleichsam von einer leuchtenden Fläche, deren Breite im Winkel die Breite der Spectra übertrifft, herkommt, so wird das Licht ganz gemengt, und mithin wieder weiß seyn.

Fiel das Licht durch eine runde Oeffnung am Heliostat ein, und es wurde vor das Theodolithfernrohr ein Schirm gebracht, der eine viereckige scharfkantige und genau geradlinigte Oeffnung enthielt, und welche z. B. eben so hoch, als breit war, so erschien durch das Fernrohr ein farbiges Kreuz, in welchem die Farben sowohl vertikal als horizontal eben so wechselten, wie bey dem durch eine lange schmale Oeffnung gebeugten Lichte. In den Ecken dieses farbigen Kreuzes sah man noch schwächere Farbenspectra.

Enthielt der vor dem Theodolithfernrohre stehende Schirm eine kleine runde Oeffnung, so sah man durch das Fernrohr farbige Ringe, welche in Hinsicht der Folge der Farben ganz jenen ähnlich waren, welche durch Berührung zweyer wenig convexen Gläser ent-

stehen, nur mit dem Unterschiede, daß bey diesen in der Mitte ein schwarzer Fleck gesehen wird, bey jenen aber nicht. Diese farbigen Ringe, welche bey der Beugung durch eine runde Oeffnung entstanden, waren um so größer, je kleiner die Oeffnung des Schirmes war. Herr Fraunhofer maß bey verschiedener Größe der Oeffnung die Durchmesser der Farbenringe mit dem Theodolith so genau als es nur möglich war, und konnte daraus noch folgende Gesetze folgern.

3. Bey dem durch runde Oeffnungen von verschiedener Größe gebeugten Lichte verhalten sich die Durchmesser der farbigen Ringe umgekehrt, wie die Durchmesser der Oeffnungen.

4. In den bey der Beugung durch eine runde Oeffnung entstandenen farbigen Ringen folgen die Abstände der rothen Strahlen der verschiedenen Ringe von der Mitte in dem Verhältniß der Glieder in einer arithmetischen Progression, in welcher die Differenz kleiner ist, als das erste Glied.

Wenn man ein polirtes mit zwey oder drey Lagen dünner Goldblättchen von einer Seite belegt; so ist das Glas undurchsichtig, und man kann in das Gold auf dem Glase sehr feine Linien ritzen; an den geritzten Stellen ist dann das Glas wieder durchsichtig. Ist die auf ein Planglas auf diese Art eingeritzte Linie eine gerade schmale Linie, und bringt es statt des Schirmes vor das Theodolithfernrohr, so wird das Licht durch diese geritzte Linie des Glases eben so gebeugt, wie durch eine andere schmale Oeffnung von derselben Breite. Ist eine kleine Kreisfläche in das Gold radirt, so wird durch diese das Licht wie durch eine runde Oeffnung von demselben Durchmesser gebeugt.

II. Gegenseitige Einwirkung einer großen Anzahl gebeugter Strahlen.

Um auf die ganze Fläche des Objektiv des Theodolithfernrohres eine große Anzahl stark gebeugter Strahlen fallen zu lassen, spannte Herr Fraunhofer sehr

viele gleich dicke Fäden parallel und in gleicher Entfernung neben einander auf einen Rahmen; durch die Zwischenräume mußte also das Licht gebeuget werden. Er stellte nun auf die Mitte der Scheibe des Theodolits das etwa aus 260 Fäden bestehende Gitter, und leitete auf das Objektiv des Theodolithfernrohrs durch eine vertikale Oeffnung am Heliostat, welche 2 Zoll hoch und 0,01 Zoll breit war, einen intensiven Sonnenstrahl. Die Fäden des Gitters waren 0,002021 Zoll dick und ihre Ränder standen 0,003862 Zoll von einander ab. Alles Licht, welches durch das Fadengitter auf das Objektiv fiel, war gleich stark gebeugt. Er war sehr verwundert zu sehen, daß die Erscheinungen, welche man mit dem Fadengitter durch das Fernrohr sieht, ganz verschieden von jenen sind, welche bey dem durch eine einzelne Oeffnung gebeugten Lichte beobachtet werden. Man sieht nämlich die Oeffnung am Heliostat unverändert so, wie sie durch das Fernrohr ohne Fadengitter gesehen wurde, und in einiger Entfernung von demselben, zu beyden Seiten eine große Anzahl Farbenspectra, die eben so sind, wie sie durch ein gutes Prisma gesehen werden; sie werden immer breiter, je weiter sie von der Mitte abstehen, nehmen aber an Intensität ab.

Ist das Okular des Fernrohrs so gestellt, daß man ohne Gitter die Oeffnung am Heliostat vollkommen begrenzt sieht, so wird man in den Farbenspectren, welche durch das Fadengitter hervorgebracht werden, die Linien und Streifen sehen, welche Herr Fraunhofer in dem durch ein gutes Prisma hervorgebrachten Farbenspectrum von dem Lichte der Sonne entdecket hat. Hieraus ergiebt sich die Möglichkeit, die Gesetze dieser durch gegenseitige Einwirkung einer großen Anzahl gebeugter Strahlen entstandene Modification des Lichtes im hohen Grade genau kennen zu lernen. In Hinsicht des Verhältnisses des Raumes, welchen in einem Spectrum die verschiedenen Farben einnehmen, ist ein auf-

fallender Unterschied zwischen den durch Gitter und Prismen hervorgebrachten.

Herr Fraunhofer nennt die Spectra, welche durch Gitter paralleler Fäden gesehen werden, mittlere, und zwar mittlere vollkommener Art; im Gegentheil diejenigen, welche durch gegenseitige Einwirkung einer geringen Anzahl gebeugter Strahlen entstehen, in welchen die Linien und Streifen nicht gesehen werden, mittlere unvollkommener Art.

Um die Versuche zu vervielfältigen und möglichst abzuändern, gebrauchte Herr Fraunhofer Gitter von verschiedener Dicke der Fäden und Größe ihrer Zwischenräume.

Er fand, daß die Größe der mittleren Farbenspectra, welche durch ein Fadengitter gesehen werden, nicht von der Breite der Zwischenräume, oder von der Dicke der Fäden abhängt, sondern einzig von der Summe der Breite eines Zwischenraumes und Dicke eines Fadens, oder, welches dasselbe ist, von der Größe der Abstände der Mitte der Zwischenräume. Die Farbenspectra waren um so größer, je kleiner die genannte Summe ist. Uebrigens war es ganz gleichgültig, ob man Haare, Silberdraht oder Golddraht in die Schraubengänge spannte, wenn nur die Fäden gleiche Dicke besitzen, und ganz gerade ausgespannt sind, damit die Zwischenräume in ihrer ganzen Länge einerley Breite haben.

Aus den Versuchen mit verschiedenen Gittern konnte Herr Fraunhofer folgende Gesetze ableiten:

1. Bey zwey verschiedenen Gittern aus parallelen gleich dicken Fäden und gleichen Zwischenräumen verhält sich die Größe der Farbenspectra, die durch gegenseitige Einwirkung einer großen Anzahl der durch die schmalen Zwischenräume gebeugten Strahlen entstehen, und ihre Entfernung von der Axe umgekehrt, wie die Entfernung der Mitte zweyer Zwischenräume, oder, was

eben so viel ist, wie $\gamma + \delta$, wenn γ die Dicke der Fäden, und δ die Breite der Zwischenräume bedeutet.

2. Bey mittleren Spectren vollkommener Art folgen die Abstände gleichartiger farbiger Strahlen der verschiedenen Spectren in dem Verhältnisse der Glieder einer arithmetischen Reihe, in welcher die Differenz dem ersten Gliede gleich ist.

Ließ man das Licht durch zwey gleiche Gitter auf das Objektiv fallen, d. i. wenn man zwey gleiche Gitter hinter einander vor das Fernrohr stellte, so sah man die Spectra in Hinsicht ihrer Größe eben so wie bey einem. Stellte man zwey ungleiche Gitter hinter einander, so war die Entfernung der Spectra von der Axe so, wie sie statt findet, wenn das feinere Gitter vor das Objektiv gestellt wird.

III. Gegenseitige Einwirkung von zwey, drey u. s. w. gebeugten Strahlen.

Wenn mit zwey Schirmen, deren gegen einander gekehrte Schneiden geradlinicht und vertikal sind, bey einem Gitter alle Zwischenräume der Fäden so zugedeckt werden, daß das Licht blos durch zwey Zwischenräume des Gitters hindurchgeht, daß mithin zwey gebeugte Strahlen aufs Objectiv fallen, so ergeben sich nun Spectra von mittlerer unvollkommener Art und Spectra von äußerer Art zugleich.

Werden die zwey Schirme vor das Gitter gestellt, daß das Licht durch drey Zwischenräume der Fäden geht, daß also drey gebeugte Strahlen auf das Objectiv fallen, so entwickelt sich eine neue Art von Spectren, welche Herr Fraunhofer innere nennt. In diesem Falle sieht man nun drey verschiedene Arten von Spectren; nämlich innere, mittlere unvollkommene und äußere.

Mit vier gebeugten Strahlen erblickt man die Spectren äußrer Art, die mittleren unvollkommener Art, und die innerer Art; doch letztere bedeutend kleiner, als sie mit drey gebeugten Strahlen wahrgenom-

men werden. Die Spectren mittlerer Art haben sich nur wenig geändert.

Mit fünf gebeugten Strahlen sind die Spectren innerer Art wieder kleiner, als bey vier, während sich die Spectren mittlerer Art nur wenig geändert haben. Mit sechs gebeugten Strahlen sind die Spectren innerer Art kleiner, als mit fünf u. s. f. bis sie endlich so klein werden, daß sie nicht mehr zu unterscheiden sind, und nur noch eine helle ungefärbte Linie gesehen wird, welche eben so ist, wie man ohne Gitter die Oeffnung am Helioſtat sehen würde. Die Spectren mittlerer Art haben sich jedoch bey der Zunahme der Anzahl der gebeugten auffallenden Strahlen allmählig sowohl in Hinsicht ihres Zusammenhanges, als der Entfernung von der Axe geändert, und sich den vollkommenen Spectren mittlerer Art in jeder Hinsicht genähert. Erst wenn sehr viele gebeugte Strahlen in gleicher Entfernung gegenseitig einwirken, sind die Linien der Spectren sichtbar, und die Farben homogen.

Nachdem Herr Fraunhofer die Winkel der hieher gehörigen Spectren gemessen hatte, ergaben sich bey gehöriger Beurtheilung des Grades der Genauigkeit innerhalb der Grenzen derselben folgende Gesetze:

1. Bey einem und demselben Gitter, aber verschiedener Anzahl Fäden, verhalten sich die Abstände der Spectren innerer Art von der Axe, und die Größe derselben umgekehrt, wie die Anzahl der durch die schmalen Zwischenräume gebeugten Strahlen, d. h. wie die Anzahl der Zwischenräume, bey drey Zwischenräumen anfangend.

2. Bey verschiedenen Gittern und gleicher Anzahl Zwischenräume verhalten sich die Abstände der Spectren innerer Art von der Axe, oder die Größe derselben umgekehrt, wie $\gamma + \delta$

3. Bey Spectren innerer Art folgen die Abstände derselben von der Axe in dem Verhältniß der Glieder

einer arithmetischen Reihe, bey welcher die Differenz dem ersten Gliede gleich ist.

Die mittleren Spectra unvollkommener Art werden durch die Lage der Spectren äußerer Art sehr oft modificirt, auch die Zu- oder Abnahme der Anzahl der gegenseitig einwirkenden Strahlen ändert sich etwas. Das Gesetz dieser kleinen Aenderungen ist aus den Versuchen noch nicht genau abzuleiten, und macht noch neuere Versuche nöthig. So viel erhellet aber doch aus dem Obigen, daß bey verschiedenen Gittern die Abstände der Spectren mittlerer unvollkommener Art von der Axe, und ihre Größe, sich nahe verhalten umgekehrt, wie $\gamma + \delta$; ferner daß sich diese Spectren in Hinsicht der Folge der Abstände der farbigen Strahlen von der Axe sowohl von jenen, die durch eine runde Oeffnung entstehen, als auch von jenen, die durch eine lange schmale Oeffnung gesehen werden, auffallend unterscheiden. Bey Gittern, wo δ größer ist als γ ist es übrigens leicht, ein Gesetz für die unvollkommenen Spectren mittlerer Art abzuleiten.

IV. Gegenseitige Einwirkung der im Wasser und andern brechenden Mitteln gebeugten Strahlen.

Wenn ein Gefäß (fig. 22.) ABDE auf jeder der beyden entgegengesetzten Seiten AB und DE mit gleich dicken Plangläsern begrenzt ist, welche unter sich genau parallel sind, und man stellt in das Gefäß, welches tief genug seyn muß, und mit irgend einem brechenden Mittel z. B. mit Wasser gefüllt ist, ein Gitter FG, so erhellet, daß die Strahlen KS und KR, in welche der auffallende Strahl HK durch das Gitter getheilet wurde, bey dem Austritt aus dem brechenden Mittel von ihrem Wege abgelenket werden müssen, und nach MQ und NP, nach dem Gesetz der Brechung, gebrochen werden. Stellt man dies Gefäß auf die Mitte der Scheibe des Theodolith, und mißt den Winkel PCQ, welche die ausfahrenden Strahlen unter sich einschließen,

so muß man den Sinus desselben durch den Exponenten des Brechungsverhältnisses, für den farbigen Strahl, mit welchem man zu thun hat, dividiren, um den Sinus RKS zu erhalten, d. i. den Winkel, welchen die durch gegenseitige Einwirkung im Wasser abgelenkten Strahlen unter sich einschließen. Herr Fraunhofer hat bey Wasser, Terpentinöhl, und Annisöhl mit mehreren Gittern die Ablenkung für die verschiedenen farbigen Strahlen bestimmt. Er fand, daß die Ablenkung des Lichtes von der Axe, durch ein Gitter, um so kleiner ist, je größer das Brechungsvermögen des Mittels ist, von welchem das Gitter umgeben wird. Hieraus ergab sich folgendes Gesetz:

In verschiedenen brechenden Mitteln verhalten sich, bey gleichen Gittern, die Sinus der Winkel der durch gegenseitige Einwirkung abgelenkten Strahlen umgekehrt, wie die Exponenten der Brechungsverhältnisse.

V. Gegenseitige Einwirkung der durch Reflexion gebeugten Strahlen.

Ein mit Goldblättchen auf einer Seite sorgfältig belegtes Planglas bildet auf der andern Seite einen Spiegel, welcher einen großen Theil des auffallenden Lichtes zurückwirft. Sind in das Gold gleiche Parallellinien in gleichen Entfernungen radirt, und man stellt dieses Gitter so vor das Fernrohr, daß das von der schmalen Oeffnung am Helioſtat kommende Licht von den Goldſtreifen auf das Objektiv reflektirt werden kann, so erblickt man durch das Fernrohr alle Erscheinungen, welche gesehen werden, wenn man das Licht durch dieses Gitter fahren läßt; nämlich die mittleren Spectra vollkommener Art mit allen in denselben enthaltenen Linien und Streifen, und die Spectra äußerer Art. Wegen der Farbe des Goldes hat das ganze einen etwas gelben Teint, und die Räume, welche bey durchfahrendem Lichte schwarz sind, werden durch Reflexion etwas gelb gesehen.

Damit das reflektirte Licht auf das Objektiv gelangt, muß das auffallende Licht gegen die Fläche des belegten Glases etwas geneigt seyn; je kleiner der Neigungswinkel ist, desto größer sind die Farbenspectra und ihre Abstände von der Axe.

Radirt man auf dem belegten Planglase alles Gold weg, bis auf einen einzelnen schmalen Streifen, und läßt von diesem Licht auf das Fernrohr reflektiren, so sieht man dieselben Spectra, wie wenn das Licht durch eine schmale Oeffnung von derselben Breite gegangen wäre; allein wegen des von den Glasflächen reflektirten Lichtes sind die Abstände dieser Spectra von der Axe schwer zu bestimmen.

Da bey der Reflexion die Goldfäden dasselbe zu thun haben, was beym durchfahrenden Lichte die Zwischenräume hervorbringen, und demnach γ aus δ wird, und demnach bey der Reflexion die Spectra äußerer Art eben dahin fallen, wo sie sind, wenn das Licht durch das Gitter fährt; so sieht man auch daraus wieder, daß man von den beyden Größen γ und δ immer die kleinere zu nehmen habe, um den Ort der äußern Spectra zu berechnen.

VI. Gegenseitige Einwirkung der durch runde und viereckige Oeffnungen gebeugten Strahlen.

Um nun auch diejenigen Fälle zu betrachten, wo Strahlen, die nicht nach einer Richtung, sondern auch nach andern Richtungen gebeugt sind, gegenseitig auf einander einwirken, so bohrte Herr Fraunhofer in ein dünnes Messingblättchen zwey kleine runde Löcher von gleicher Größe neben einander. Da, wie dünn das Messing auch ist, die Ränder der Löcher doch zu dick werden, so wurde der Rand konisch ausgerieben, so daß diese runden Oeffnungen fast schneidend waren. Ein solches Blättchen, in welchem jede der beyden runden Oeffnungen 0,02227 Zoll Durchmesser hatte, und deren Mittelpunkte 0,03831 Zoll von einander entfernt waren, stellte er vor das Fernrohr, und war

besorgt, daß kein anderes Licht auf das Objektiv fiel, als das, welches durch die runden Oeffnungen des Blättchens gieng. Am Helioſtat fiel das Licht durch eine runde Oeffnung ein. Hier erblickte er bey intenſivem Sonnenlichte durch das Fernrohr folgende Erſcheinung: in der Mitte war ein Kreis in fünf farbige Streifen abgetheilt, wovon der mittlere in der Mitte weiß iſt; an den Enden, wo er an die nächſten Streifen grenzt, iſt er roth; der nächſte farbige Streifen iſt gegen den mittleren zu blau, gegen den äußern roth: ähnlich ſo verhält ſich der nächſtfolgende Streifen; übrigens ſind ſie ſymmetriſch. Dabey iſt bemerkenswerth, daß die Entfernung des äußern Endes des letztgenannten Streifens von demſelben Ende des mit ihm ſymmetriſchen in dieſem Falle etwas größer iſt, als die Länge des mittleren Streifens, die dem Durchmeſſer des mittleren Kreiſes gleich iſt, welche bey den Farbenringen durch eine einzelne runde Oeffnung von derſelben Größe geſehen wird. Der Farbenring, welcher bey einer einzelnen runden Oeffnung der erſte nach der mittleren Kreisfläche iſt, iſt bey zwey runden Oeffnungen von der vorausgeſetzten Entfernung ähnlich ſo in Spectra abgetheilt, wie die beſchriebene Kreisfläche in der Mitte. Die Entfernung der in dieſem Kreiſe enthaltenen Spectra unter ſich, in der Richtung vertikal auf die mittleren Streifen, iſt dieſelbe wie bey letzteren. Es verhalten ſich alſo die Spectra im erſten Farbenring, in Hinſicht ihrer Entfernung, ähnlich ſo, wie die mittleren Spectra unvollkommener Art, wenn nur zwey Strahlen gegenſeitig einwirken. Daſſelbe iſt es mit den im zweyten und dritten Farbenringe enthaltenen Spectren. Weiter von der Mitte ab werden die Spectren immer ſchwächer, und haben ihre Lage in parallelen Streifen. Bey der angezeigten Größe und Entfernung der runden Oeffnungen ſind fünf ſolche Parallelſtreifen, in welchen ſchwache Spectren liegen, kenntlich; ſie laufen mit den zuerſt beſchriebenen Streifen in der Mitte

parallel und ſind ſymmetriſche drey andere Streifen, in welchen Spectra liegen, ſchließen mit erſtern einen Winkel ein, und ſind ebenfalls ſymmetriſch.

Wird die Entfernung der beyden runden Oeffnungen bey gleichem Durchmeſſer größer, ſo theilt ſich die Kreisfläche in der Mitte und die Farbenſpectren in eine größere Anzahl ab, die aber ſchmäler ſind, eben ſo wie bey Spectren mittlerer unvollkommener Art, wenn die Entfernung der zwey gegenſeitig einwirkenden gebeugten Strahlen größer wird; der Winkel aber, welchen die beyden vorgenannten Parallelſtreifen unter ſich machen, wird kleiner. Iſt bey gleicher Entfernung der Mitten der runden Oeffnungen der Durchmeſſer derſelben größer, ſo ſind die Durchmeſſer der Farbenringe im umgekehrten Verhältniſſe kleiner, aber die Entfernung der Spectra welche ſie enthalten, iſt nahe dieſelbe; alſo die Zahl derſelben in einem Ringe kleiner.

Hat man in dem Blättchen, welches vor das Objektiv geſtellet iſt, drey runde Oeffnungen, in einer geraden Linie und in gleicher Entfernung, ſo iſt die Erſcheinung, welche durch das Fernrohr geſehen wird, in der Hauptſache nahe dieſelbe, wie bey zwey runden Oeffnungen von derſelben Entfernung ihrer Mitten, mit dem Unterſchiede, daß der mittlere parallele Streifen in der Kreisfläche von dem nächſten Streifen etwas mehr abgeſondert iſt d. i. daß er ſchmäler iſt. Mit vier runden Oeffnungen in einer geraden Linie, bey gleicher Entfernung ihrer Mitten, geſchieht dieſe Abſonderung noch mehr, die Farben aber lebhafter. Bey Zunahme der durch gleiche runde Oeffnungen, die in einer geraden Linie liegen, gebeugten Strahlen, wird dieſe Abſonderung immer deutlicher.

Sind in das Blättchen, welches vor das Objektiv geſtellet iſt, vier Oeffnungen gebohrt, deren Mittelpunkte die Ecken eines Quadrats bilden, ſo iſt die Kreisfläche in der Mitte, welche bey zwey runden Oeffnungen in parallele Streifen abgetheilet iſt, in der

Richtung vertikal auf dieſe Streifen eben ſo abgetheilt. Der Durchmeſſer jeder runden Oeffnung in dieſem Blättchen hatte 0,01596 Zoll, und ihre Mittelpunkte waren 0,02897 Zoll von einander entfernt. Bey dieſen Blättchen verhalten ſich in der durch dieſelben entſtandene Erſcheinung die Abtheilungen der Kreisfläche in der Mitte, nach zwey Richtungen, die ſich durchkreuzten, eben ſo, wie bey zwey runden Oeffnungen die Abtheilungen dieſer Kreisfläche in parallele Streifen. Es entſtehen daher bey dem gebrauchten Blättchen in der Mitte der Figur neun Quadrate, die durch Querdurchſchnitte der drey mittleren Streifen entſtehen, die bey zwey runden Oeffnungen ſind beobachtet worden. Die Ecken dieſer Quadrate ſind abgerundet. Das mittlere Quadrat iſt in der Mitte weiß, und nur an den Rändern roth, die übrigen Quadrate ſind gegen das mittlere blau, nach außen roth. Die Farbenſpectra außerhalb der Kreisfläche verhalten ſich ungefähr ſo, wie die in den Farbenringen bey zwey runden Oeffnungen in derſelben Richtung. Weiter von der Mitte ab liegen die immer ſchwächer werdenden Spectra in parallelen Streifen.

Wird bey derſelben Größe der runden, ein Quadrat bildenden, Oeffnungen ihre Entfernung größer; ſo theilt ſich die Kreisfläche in der Mitte in eine größere Anzahl Quadrate ab, die daher kleiner ſind. Aehnlich ſo verhält es ſich mit den Spectren in den Farbenringen. Iſt bey einerley Entfernung der Mitten der runden Oeffnungen ihr Durchmeſſer kleiner, ſo bleibt zwar die Größe der einzelnen Quadrate in der mittleren Kreisfläche nahe dieſelbe, da aber der Durchmeſſer der Kreisfläche, welche dieſe Quadrate enthält, in dieſem Falle größer iſt, ſo enthält ſie mehr derſelben.

Enthält der Schirm, der vor das Objekt geſtellt iſt, mehrere runde gleiche Oeffnungen, welche die Lage haben, daß die Mitten von je vier derſelben ein Quadrat bilden, und es ſind alle Quadrate gleich, ſo bleibt

die Erscheinung ungefähr dieselbe, wie wenn man blos vier Oeffnungen hat, mit dem Unterschiede, daß die Spectra, die sie bilden, besonders in der Mitte, um so mehr abgesondert und lebhafter erscheinen, je mehr der Schirm runde Oeffnungen enthält, deren Mitte zusammenhangende Quadrate bilden.

Herr Fraunhofer ließ nun Licht durch drey kleine gleich runde Oeffnungen, deren Durchmesser 0,0173 Zoll, und die Entfernung ihrer Mittelpunkte von einander 0,0302 waren, welche letztere also ein gleichseitiges Dreyeck bildeten, hindurchgehen. Hier enthielt die Fläche, welche bey einer einzelnen runden Oeffnung in der Mitte der Farbenringe gesehen wird, sieben kleine runde Flächen, die da, wo sie sich berühren, etwas abgeplattet sind. Die mittlere runde Fläche ist weiß, und nur am Rande etwas roth; die übrigen sind gegen erstere zu blau, nach außen roth. Wenn die Entfernung der runden Oeffnungen bey einerley Durchmesser größer wird, so sieht man in der Mitte eine größere Anzahl runder Flächen, die aber kleiner sind. Die Veränderungen dieser runden Flächen, so wie auch die der Spectren in den Farbenringen, verhalten sich ähnlich so, wie die bey vier runden Oeffnungen, die ein Quadrat bilden. Bey einer großen Anzahl runder Oeffnungen, wo immer drey ein gleichseitiges Dreyeck bilden, sind die Spectra in Hinsicht ihrer Breite völlig abgesondert, und aus den sechs runden Flächen, die im angegebenen Falle um die mittlere runde Fläche liegen, entstehen sechs schmale lebhafte symmetrische Farbenspectra, die nicht mehr zusammenhängen. Auch die übrigen Spectra werden schmäler und lebhafter.

Eine der schönsten optischen Erscheinungen erblickte Herr Fraunhofer, wenn man das Licht, welches am Heliostat durch eine runde Oeffnung einfällt, durch eine große Anzahl viereckiger Oeffnungen, welche gleich groß und gleich weit von einander entfernt sind, auf das Objektiv des Fernrohrs fahren läßt. Dergleichen viereckige

Oeffnungen entstehen auch, wenn man gleiche Gitter aus parallelen Fäden quer übereinander legt. Die Spectra, die hier entstehen, fallen an einigen Orten in einander; an sehr vielen sind sie isolirt und vollkommen symmetrisch u. s. w. Die Erscheinungen, welche hier statt finden, erfolgen nach denselben Gesetzen, welche oben bey den Erscheinungen, die vom gebeugten Lichte, das durch Gitter fällt, bewirkt werden, angeführt sind.

Herr Fraunhofer bemerket noch, daß der dünne Theil des Bartes der meisten Vogelfedern, mit dem Mikroscope besehen, regelmäßige kleine Zwischenräume enthalte. Schon wenn man mit unbewaffnetem Auge durch diesen Bart nach einem nicht zu nahe gelegenen stark leuchtenden Punkte sehe, erkenne man Farbenspectra, die eine eigene Lage besäßen. Brächte man einen solchen Bart vor das Fernrohr, und lasse Sonnenlicht durch denselben fahren, welches durch eine runde Oeffnung am Heliostat einfalle, so sehe man Spectra äußerer und mittlerer Art, die eine sonderbare Lage hätten. Die Spectra, welche man schon mit unbewaffnetem Auge durch den Bart der Federn sehe, seyn die äußerer Art, die sehr groß wären, aber sehr schwaches Licht hätten, weswegen sie durch das stark vergrößernde Fernrohr leicht übersehen würden, wenn man nicht auf ihre Entfernung von der Axe aufmerksam sey.

Bey einigen Gittern aus Fäden glaube man außerhalb des Raumes, den die Breite der Spectra einnehme, also im dunkeln Felde, die Fäden des Gitters selbst durch das Fernrohr zu sehen, was doch, wenn man den Weg des Lichtes verfolge, nicht möglich sey; man könnte vielleicht glauben, dieses Licht gelange durch innere Reflexion an den Flächen des Objektivs dahin. Allein dies sey nicht der Fall, denn man könne das Okular, selbst einen Zoll hineinschieben oder herausziehen, und die Fäden blieben immer sichtbar. Diese Fäden hätten auch eine eigene Farbe; es sey nämlich immer einer rothgelb, der andere blaugrün, der dritte wieder rothgelb u. s. w.

Uebrigens möchte es wohl auffallen, wie den Naturforschern bis jetzt so viele Erscheinungen entgehen konnten, und daß sie z. B. das einfache Gesetz, nach welchem bey einer einzelnen Oeffnung, die Ablenkung des Lichtes sich umgekehrt verhält, wie die Breite der Oeffnung, nicht fanden, sondern von diesem weit abweichende Resultate erhielten. Die Ursache liege in der Beobachtungsweise. Man würde in ähnliche Irrthümer gerathen, wenn man z. B. den Weg des farbigen Lichtes durch Glaslinsen dadurch bestimmen wollte, daß man das durch dieselben gebrochene Licht in verschiedenen Entfernungen auffängt, und mißt. Diese Beobachtungsweise sey Schuld, daß den Naturforschern die Erscheinungen durch gegenseitige Einwirkungen der Strahlen entgangen wären, welche erst mit den Gesetzen der Beugung genau bekannt machten; denn wenn man das Licht, welches z. B. durch ein Gitter gefahren sey, mit einer weißen Fläche oder einem mattgeschliffenen Glase auffange, so sehe man auch nicht im kleinem Maasstab das, was man durch ein Fernrohr mit dem Gitter beobachte, und erkenne überhaupt nichts.

Es sey merkwürdig, daß die gefundenen Gesetze der gegenseitigen Einwirkung und Beugung der Strahlen sich aus den Principien der wellenförmigen Bewegung (Undulation) folgern ließen; daß man blos aus dem Winkel der Ablenkung des Lichts durch gegenseitige Einwirkung und der Entfernung, in welcher die Strahlen gegenseitig einwirkten, die Größe einer Schwingung des Lichtes für jede Farbe desselben durch eine äußerst einfache Gleichung ableiten könne, und daß diese Bestimmungen in den verschiedenen Fällen in hohem Grade genau übereinstimmten; ferner daß dieselben Principe eine Erklärung der Ursache der Entstehung der Linien und Streifen, die in dem durch ein Prisma gebildeten Farbenspectrum gesehen würden, zuließen. Der Herr Hofrath Kastner führt an, daß er von dem Herrn Ritter v. Galiv in München eine Zuschrift erhalten habe, worin ihm gemeldet worden, Herr Fraunhofer

werde im zweyten Theile der Abhandlung seine Theorie über die Schwingungen des Lichtes vortragen. Wegen der äußerst scharfen, bis auf Raumsekunden sicheren Messungen und der damit so scharf einstimmenden Rechnungen, sey diese Theorie allerdings für begründet anzunehmen. Wenn nämlich a, b, (fig. 23.) Oeffnungen für Lichtstrahlen sind, so undulirt das Licht beym Durchfahren um a und b kreisförmig, wie erfolgen würde, wenn bey a und b zwey Steine in ruhig stehendes Wasser fielen. Die Wellen folgen nach einer arithmetischen Reihe, und wo sich zwey gleichnahmige, einerley Stellenzahl in beyden Reihen zugehörige Wellen durchschneiden, wie z. B. auf der Linie c, c', da entstehen Lichtknoten, und nach Umständen Bilder.

Durch genauere Messungen hat jedoch Herr Fraunhofer jetzt gefunden, daß die Linie cc' eine Curve, also das Gesetz der Undulation höherer Potenz als der ersten ist.

Jod, Jode, Jodine (Jodium, Jode) (N. A.). Herr Courtois, Salpeterfabrikant in Paris, entdeckte im Jahre 1811. in der Asche des zur Natrumgewinnung angewandten Seetangs diese Substanz. Man gewinnt sie, wenn man in die Mutterlaugen, welche bey der Bereitung des Natrum aus dem Seetang übrig bleiben, concentrirte Schwefelsäure im Uebermaaß schüttet, und die Mischung in eine mit einer Vorlage versehenen, gläsernen Retorte gelinde erwärmet. Sie geht alsdenn im Zustande eines veilchenblau gefärbten Dampfes in Verbindung mit etwas Säure in die Vorlage über, und verdichtet sich zu krystallinischen Blättern, welche Aehnlichkeit mit dem Graphit haben.

Um dies gewonnene Jod zu reinigen, wäscht man es aus, übergießt es mit einer schwachen Kalilauge, und unterwirft es einer neuen Destillation. Wenn es von aller Feuchtigkeit befreyet seyn soll, trocknet man es wiederholt zwischen Lagen von Druckpapier, schüttet es alsdenn in eine, an einem Ende zugeschmolzene Glasröhre,

druckt es zusammen und schmilzt es. Im festen Zustande hat das Jod eine schwarzgraue Farbe. Weil sich das Jod in sehr schönen violettenen Dämpfen verflüchtiget, hat Herr Gay-Lussac demselben den Namen, von ἰωδη (violenblau), Jode beygeleget.

Häufig kömmt das Jod in Flimmern oder Blättchen vor, welche mit dem Eisenglimmer Aehnlichkeit haben, mannigmal aber in sehr breiten und sehr glänzenden rhomboidalen Blättern oder Tafeln, auch erhielt es Gay-Lussac in länglichten Octädern, welche ohngefähr 4 Linien lang waren.

Wenn das Jod in Masse ist, hat es einen blätterichen Bruch von Fettglanz, ist sehr weich und zerreiblich, und läßt sich sehr fein in der Reibeschale pulvern. Es riecht gerade so wie das Chlor, nur schwächer. Der Geschmack ist sehr herb, obgleich seine Auflöslichkeit sehr gering ist. Anfänglich färbt es die Haut sehr dunkel gelbbraun, verliert jedoch diese Farbe allmählig. Wasser löset von demselben ungefähr $\frac{1}{7000}$ seines Gewichtes auf, und färbt sich dadurch orangegelb. Sein specifisches Gewicht ist bey 30° Fahr. 4; 948. Bey einer Temperatur von 192 Grad Fahr. kommt das Jod in Fluß. Unter einem Druck von 28 Zoll Queckſilberhöhe verflüchtiget es sich in einer Wärme von 315 bis 324 Grad Fahr. Uebrigens verhält sich das Jod chemisch wie das Chlor. Es ist nämlich nicht brennbar, sondern vielmehr zündend, und verbindet sich unter Mitwirkung der Wärme fast mit allen sauren und basischen Elementen, womit sie theils saure, theils salzige Zusammensetzungen bildet.

Die französischen Chemiker so wie die in England halten das Jod für einen einfachen Körper; nach Berzelius aber ist es ein Hyperoxyd.

Mit dem Sauerstoff verbindet sich das Jod unter Mitwirkung des Chlors. Um diese Verbindung zu bewirken, läßt man möglichst trockenes Chlorgas auf das Jod so lange strömen, bis alles Jod verschwunden ist.

Es bildet sich Jodoxyd und Jodchlorid: durch Destillation wird letztes vom ersten getrennt. Das Jodoxyd erscheint als eine feste, weiße, halb durchsichtige Masse, welche sich im Wasser zu einer sauren Flüssigkeit auflöset, Oxiodsäure, in hoher Temperatur in Jod und Oxygengas zerfällt, und auf alle brennbare Körper wie Sauerstoffgas wirkt. Sie ist zusammengesetzt aus 120 Jod und 37,5 Oxygen.

Das Jod verbindet sich mit dem Wasserstoff in hoher Temperatur und bildet eine Zusammensetzung, welche im einfachsten Zustande gasförmig, farblos, höchst sauer und in vielen ihrer Eigenschaften der Salzsäure ähnlich ist. Sie wird nämlich, wie diese, von Hyperoxyden, von Salpetersäure, und auch von Sauerstoffgas und dem Chlor vom Wasserstoff befreyet, zu Jod reducirt, und von vielen Metallen in hoher Temperatur so zersetzt, daß das Wasserstoffgas frey wird. Diese Zusammensetzung, welche den Namen Hydriodsäure erhalten hat, wird auch gebildet, wenn Verbindungen von Substanzen mit Jod, welche sich gegen dasselbe elektronegativ verhalten, mit Wasser in Berührung kommen, und endlich wenn man Jod mit Schwefelwasserstoffgas behandelt. Sie ist zusammengesetzt aus 120 Gew. Th. Jod und 1 Gew. Th. Wasserstoff.

Gegen den Stickstoff verhält sich das Jod wie das Chlor. Kommt es mit Ammoniak in Berührung, so zersetzt es dasselbe, verbindet sich mit seinen beyden Elementen und bildet mit dem einen derselben Hydriodsäure, und mit dem andern, dem Stickstoff, eine schwarzgraue weiche Substanz, welche in gelinder Wärme unter Schlag und Feuerentwickelung in ihre Bestandtheile zerfällt.

Eine Verbindung von Jod mit Kohlenstoff ist noch unbekannt.

Mit Chlor verbindet sich das Jod unmittelbar; die Verbindung erfolget mit großer Heftigkeit und Wärmeentwickelung. Das Produkt, welches Jodchlorid ge-

nannt wird, ist hell pomeranzengelb in einigen Theilen und in andern pomeranzenroth, flüchtig, zerfließt leicht an der Luft und löset sich schnell im Wasser auf. Dabey wird ein Theil des letztern zersetzt, und dadurch das Jodchlorid in Hydrochlor- und Oxydsäure verwandelt.

Auch geht das Jod mit mehreren Metallen-Verbindungen ein, welche besondere Eigenschaften erhalten. Läßt man Joddämpfe auf Metalle einwirken, so erhält man dieselben ebenfalls; Blattsilber geht dadurch in eine gelbliche, hornartig durchscheinende Masse, mit beybehaltener Blattform, und Blattgold in eine ähnliche, minder durchscheinende über.

M. s. Klaproth und Wolff chemisches Wörterbuch. Supplem. B. II. S. 372. Doebereiner Anfangsgründe der Chemie. Jena 1819. 8. s. Annales de Chimie To. LXXXVIII. p. 304. 311. Gay-Lussac ebendas. p. 311. 519. übers. im neuen Journ. für Physik und Chemie B. 9. 11. 13. 14. Gilberts Annalen der Physik B. XLIX. Vauquelin in Annal. de Chim. T. CX. übers. in Gilb. Annalen der Physik B. XLVIII. Davy in Annal. de Chim. To. LXXXVIII. übers. im neuen Journ. s. Phys. und Chem. B. 9. auch Schweigger's Journal für Chem. und Phys. B. XVI. XIX. XX. XXI. Entwickelung der alten Ansicht von Berzelius in dessen Elem. der Chemie B. I.

Iridium (Iridium, iridium) (N. A.). Ist ein von Herrn Smitson Tennant im Jahre 1803 im Platinerz entdecktes Metall. Dieses Metall ist gewöhnlich mit dem Osmium, welches ebenfalls Tennant entdeckte, verbunden; die Trennung beyder Metalle gelang dem Herrn Tennant zuerst, und da das erstere dieser beyden Metalle, wenn es in Säuren, besonders in Salzsäure, aufgelöset ist, einen so auffallenden Farbenwechsel zeiget, so nannte er es Iridium.

Man gewinnt das Iridium auf folgende Art: Das rohe Platin wird durch mechanische Mittel möglichst von fremdartigen Theilen gereinigt, alsdenn stark ge-

glühet, um das ihm noch etwa anhängende Queckſilber zu verflüchtigen. Hierauf wird es mit Waſſer gewaſchen, und mit einer kleinen Menge ſtark mit Waſſer verdünnter ſalpetriger Salzſäure digerirt, um das Gold hinwegzunehmen. Nunmehr wird das Platin mehrere Mal nach einander mit ſalpetriger Salzſäure übergoſſen, welche man anhaltend darüber ſieden läßt. Es bleibt ein ſchwarzes Pulver zurück, in welchem das Iridium mit dem Osmium verbunden iſt. Dies ſchwarze Pulver wird mit einer gleichen Menge cauſtiſchem Kali geglühet; beyde Metalle oxydiren ſich; das Osmium löſet ſich im Kali auf, und kann durch Waſſer ausgezogen werden; das Iridium dagegen löſet ſich in Salzſäure auf, womit man den Rückſtand der mit Waſſer ausgelaugten alkaliſchen Maſſe erhitzt. Durch wiederholte abwechſelnde Behandlung mit Kali und Salzſäure kann man das ſchwarze Pulver endlich vollſtändig auflöſen.

Um das Osmium abgeſondert zu erhalten, ſättiget man die alkaliſche Auflöſung mit Schwefelſäure und deſtilliret das Ganze. In der Siedhitze des Waſſers verflüchtigt ſich das Osmiumoxyd mit dem Waſſer, und aus dem Uebergegangenen kann man das Metall vermittelſt Zink und einer hinreichenden Menge Salzſäure niederſchlagen. Während dem Deſtilliren der alkaliſchen Auflöſung ſcheidet ſich der vom Kali aufgelößte Antheil Iridium von ſelbſt als dunkel gefärbte Blättchen aus. Beym Abdampfen der ſalzſauren Iridiumauflöſung ſchießt das ſalzſaure Iridium in oktädriſchen Kryſtallen an; durch Glühen dieſer Kryſtalle erhält man das Iridium rein.

Das reine Iridium hat eine ſilberweiße Farbe, iſt ſehr hart und ſtrengflüſſig, und in der größten Hitze unveränderlich. Von keiner Säure, ſelbſt nicht vom Königswaſſer wird es oxydirt. Wird es aber mit Alkalien geſchmolzen; ſo oxydirt es ſich, und iſt dann in Säuren auflöslich. Die Auflöſung deſſelben in Salzſäure iſt blau, grün, roth, die in Schwefelſäure und

Salpeterſäure violet. Alle dieſe Farben verſchwinden augenblicklich durch den geringſten Zuſatz von Subſtanzen, welche Oxygen aufnehmen können.

Durch alle Metalle, außer Gold und Silber, wird das Iridium aus ſeinen Auflöſungen gefällt. Auch ätzendes Kali ſchlägt es zum Theil als ein gelbes Oxyd aus der Auflöſung nieder, zum Theil bleibt es aber in der Auflöſung zurück.

Mit Kupfer verbindet ſich das Iridium leicht, und giebt damit ein ſehr dehnbares Metallgemiſch. Aus einer Verbindung mit Bley läßt ſich das Iridium leicht wieder abſcheiden, wobey das Iridium als ein grobes, ſchwarzes Pulver zurückbleibt. Das mit Gold vereinigte Iridium läßt ſich nicht wieder davon ſcheiden; die Vermiſchung aber iſt ſehr dehnbar ohne daß ſich die Farbe des Goldes verändert.

Herr Vauquelin *) hat ein leichteres Verfahren, das Iridium aus dem rohen Platin abzuſcheiden, angegeben: bey der Behandlung des rohen Platins mit ſalpetrichter Säure bleibt ein ſchwarzes Pulver zurück, welches aus Chrom, Osmium, Iridium, Titan, Eiſen, Sand und einer kleinen Menge Alaunerde beſteht. Dieſes ſchwarze Pulver vermiſcht man mit dem doppelten Gewichte Salpeter, und glühet dieſe Miſchung in einer Retorte ſo lange, bis der Salpeter vollkommen zerſetzet wird. Der nach dem Glühen bleibende Rückſtand wird mit warmem Waſſer ſo lange ausgewaſchen, als dieſes noch etwas in ſich nimmt, und hierauf mit Salzſäure digerirt. Dieſe Säure löſet das durch den Salpeter oxydirte Iridium zu einer Flüſſigkeit auf, welche blau, grün und roth iſt, und aus der ſich das Metall durch Zink oder dadurch ſcheiden läßt, daß man die ſalzſaure Auflöſung zur Trockne verdunſtet, und dann das trockene Salz, welches eine ſchwarzrothe Farbe hat, glühet.

*) Annales de Chimie Vol. LXXXIX. p. 150.

M. s. Trommsdorf Journal der Pharmacie B. XIV. S. 1 ff. Journal für Chemie und Physik B. II. S. 672 ff. Klaproth und Wolff chemisches Wörterbuch B. II. S. 709 f. Supplemente B. II. S. 454 f.

Juno (N. A.). Ist ein vom Herrn Prof. Harding im Jahre 1804 entdeckter neuer Planet. Es beschäftigte sich nämlich derselbe in Lilienthal mit der Herausgabe von Himmelscharten, welche alle kleinen Sterne der histoire céleste fançaise enthalten sollten, um die beyden Planeten Ceres und Pallas leicht aufzufinden, wenn man sie außerhalb des Meridians beobachten wollte. Um diesen Charten den möglichst vollkommensten Grad zu geben, verglich er sie mit dem Himmel, um auch diejenigen Sterne darin zu verzeichnen, die ihm sonst hätten entgehen können. Am 1. Sept. 1804 bemerkte er einen Stern 8ter Größe, welcher sich nicht in der histoire coeleste befand, er verzeichnete ihn nach seiner Lage gegen die ihn umgebenden kleinen Sterne. Am 4. Sept. verglich er seine Charte aufs neue mit dem Himmel, und zu seiner großen Verwunderung war der Stern, den er am 1. wahrgenommen hatte, verschwunden. Zu gleicher Zeit aber erblickte er einen neuen andern mehr nach Westen und Süden, den er am 1. Sept. nicht gesehen hatte. Er vermuthete sogleich, daß der am 1. Sept. von ihm bemerkte Stern eine eigene Bewegung habe: und genaue, am 5. und 6. Sept. angestellte Beobachtungen bestätigten diese Vermuthung.

Seit dieser Zeit ist dieser neue Planet von mehreren Astronomen beobachtet, und vorzüglich hat der Hofr. und Ritter Gauß seine Laufbahn am genauesten bestimmt. Dieser Planet hat ebenfalls bald südliche, bald nördliche Breite, und schneidet daher die Ecliptik in zwey Punkten (Knoten) unter einem Winkel von 13° 4′ 9″.

Auch ist Juno ein Planet, welcher zu den obersten Planeten gehöret, und schließt daher seine Bahn unsere Erdbahn ein. Er macht seinen Umlauf zwischen Mars und Jupiter binnen 4 Jahren und 131 Tagen.

Seine mittlere Entfernung von der Erde beträgt 55000 deutsche Meilen. Uebrigens ist er 188 mal kleiner als unsere Erde. Die Astronomen haben demselben das Zeichen (♅) gegeben.

K.

Kadmium (Kadmium, Kadmium) (N. A.) ein von den Herrn Hermann zu Schönebeck bey Magdeburg und Stromeyer zu Göttingen aus Zinkerzen entdecktes Metall. Veranlassung dieser Entdeckung gab folgender Umstand. Ein gelbliches Zinkoxyd stellte, wenn es in Schwefelsäure aufgelöset wurde, und man in der Auflösung Schwefel-Wasserstoffgas streichen ließ, einen gelben Niederschlag dar, welchen man für Schwefel-Arsenik hielt. Diese Prüfung wurde bey einer Apotheker-Visitation in Magdeburg vorgenommen, in Folge welcher man das Zinkoxyd in Beschlag nahm. Hermann, welcher das Zinkoxyd verkauft hatte, untersuchte den vermeintlichen Arsenik; entdeckte das neue Metall, und theilte davon die erste Nachricht mit *). Herr Hofrath Stromeyer hatte ebenfalls um dieselbe Zeit durch einen ähnlichen Umstand dasselbe Metall entdeckt, und schlug zugleich den Namen Kadmium vor. Die Kenntnisse, welche wir von diesem Metalle besitzen, müssen wir den vortreflichen Untersuchungen des Herrn Stromeyer verdanken.

Man gewinnt das Kadmium auf folgende Art: man löset die Zinkerze, Zinkoxyd oder das metallische Zink in Schwefelsäure auf, und vermischt die saure Auflösung mit im Wasser aufgelößten Schwefelwasserstoffgas: es erfolgt, wenn Kadmium vorhanden war, ein chromgelber Niederschlag (Schwefelkadmium), aus welchem das Kadmium dadurch geschieden wird, daß man ihn in Salzsäure auflöset, und die Auflösung mit metallischem Zink in Berührung bringt.

*) Gilbert's Annalen der Physik B. LIX. S. 95 ff.

Das Kadmium besitzt eine hellweiße Farbe ins leichte bläulich graue spielend, welche der Farbe des Zinnes am nächsten kommt. Es ist wie Zinn sehr glänzend, weich, biegsam, dehnbar, streckbar und leichtflüssig. Es schmilzt noch ehe es glühet, und verwandelt sich schon in einer Temperatur in Dämpfe, welche die, wobey Queckſilber sich verflüchtiget, nicht viel zu übertreffen scheint. Die Dämpfe verbreiten keinen merkbaren Geruch, und verdichten sich eben so leicht wie die des Queckſilbers zu Tropfen, welche beym Gestehen auf ihrer Oberfläche eine deutliche Anlage zur Kryſtallisation zeigen.

Das specifische Gewicht des Kadmium ist bey einer Temperatur von 16,°5 Celſ. gegoſſen = 8,6040, und gehämmert = 8,6944.

Bey der gewöhnlichen Temperatur wird das Kadmium von der atmoſphärischen Luft nicht merklich verändert, und verliert nur durch längeres Liegen in derſelben etwas von seinem Glanze. Wird es aber in der Luft erhitzt, so verbrennt es auch eben so leicht und verändert sich in ein bräunlich gelb gefärbtes Oxyd, zuſammengeſetzt aus 53 Metall und 7,5 Sauerſtoff. Dieſes Oxyd wird von Säuren ohne Gasentwickelung aufgelöſet, bildet mit Salzſäure, Salpeterſäure, Schwefelſäure und Eſſigſäure, leicht auflösliche kryſtalliſirbare, mit Kohlenſäure und Phosphorſäure aber faſt unauflösliche Verbindungen, welche insgeſammt farbenlos ſind. Von Kohle wird es in hoher Temperatur schnell desoxydirt und aus seinen salzigen Verbindungen wird es durch Zink metalliſch geſchieden. Es löſet sich in Ammoniak, aber nicht in den fixen Alkali auf, und wird von Schwefelwaſſerſtoff in Schwefelkadmium verwandelt.

Mit dem Jod und Chlor verbindet sich das Kadmium unmittelbar, und bildet damit farbenloſe, durchſichtige, und metalliſch glänzende Zuſammenſetzungen, welche durch Waſſer in kryſtalliſirbare Salze verwandelt werden. Das Jodkadmium wird in sehr hoher

Temperatur zerſetzt, das Chlorkadmium iſt flüchtig und ſublimirt in glimmerartigen Blättchen.

Mit dem Schwefel verbindet ſich das Kadmium, wie mit dem Sauerſtoff, nur in einem einzigen Verhältniſſe, und das Schwefelkadmium iſt genau ſo zuſammengeſetzt, daß beyde Beſtandtheile mit Sauerſtoff geſättigt, eine neutrale ſchwefelſaure Verbindung geben. Das Schwefel-Kadmium hat eine citronengelbe, ins Orange fallende Farbe, giebt zerrieben ein ſehr ſchönes orangegelbes Pulver. Es iſt in einem hohen Grade feuerbeſtändig, und kommt beym Weißglühen in Fluß, wobey es in glimmerartigen durchſichtigen Blättchen von ſchöner citronengelben Farbe kryſtalliſirt.

Auch mit dem Phosphor und den meiſten Erzmetallen geht das Kadmium eine Verbindung ein, und bildet mit letztern Legierungen, welche meiſt ſpröde und von heller Farbe ſind.

Uebrigens kennt man noch keine Anwendung von dieſem Metall. Nur das Schwefel-Kadmium könnte als ein vortreffliches Pigment in der Malerey ſtatt des Chromgelbs benutzt werden.

M. ſ. Gilbert's Annalen der Phyſik B. LX. S. 193. u. f. Doebereiner's Anfangsgründe der Chemie. Jena 1819. S. 255 ff. Jahres-Bericht über die Fortſchritte der phyſiſchen Wiſſenſchaften von Jac. Berzelius, aus dem Schwed. überſ. von C. G. Gmelin Erſt. Jahrg. Tüb. 1822. 8. S. 50.

Kälte (Zuſ. 3. S. 26. Th. III.) Die ältern Phyſiker, welche zur Erklärung der hieher gehörigen Phänomene einen eigenen Kälteſtoff annahmen, ſchienen aus mehreren angeſtellten Verſuchen einigen Grund zu haben. So brachten die Naturforſcher der Florentiner Akademie *) einen Hohlſpiegel vor eine 500 Pfund ſchwere Eismaſſe, um zu verſuchen, ob dieſelbe auf ein

*) Tentamina experimentorum naturalium captorum in Academia del Cimento Lug. Bat. 1731, P. I. p. 179.

sehr empfindliches Thermometer, welches im Brennpunkte des Spiegels sich befand, ein merkliches Zurückwerfen der Kälte verursachen würde. Das Thermometer fieng augenblicklich an zu fallen; wegen der Nähe des Eises blieb es aber zweifelhaft, ob die directen oder die zurückgeworfenen Strahlen die wirksamen wären. Um dies näher zu bestimmen wurde der Brennspiegel bedeckt, worauf der Weingeist im Thermometer sogleich in die Höhe zu steigen anfieng.

Herr Pictet α) stellte einen diesem ähnlichen Versuch an. Es wurden zwey zinnerne Hohlspiegel $10\frac{1}{2}$ Fuß von einander gestellt; in den Brennpunkt des einen brachte er ein sehr empfindliches Luftthermometer, und in den Brennpunkt des andern, eine gläserne, mit Schnee angefüllte Retorte. Das Thermometer fiel um mehrere Grade, stieg aber wieder, wenn der Schnee hinweggenommen wurde. Wurde der Schnee mit Salpetersäure übergossen, so sank das Thermometer 5° bis 6° tiefer. Unter diesen Umständen wurde dem Anscheine nach vom Schnee Kälte ausgestrahlt, und von den Brennspiegeln auf das Thermometer zurückgestrahlt.

Herr Leslie β) hat diese Versuche noch viel weiter verfolget. Er gebrauchte dazu hohle zinnerne Würfel von 3 bis 10 Cubikzoll Inhalt, füllte diese mit Eis und stellte sie in den Hauptbrennpunkt eines Brennspiegels von ohngefähr 13 Zoll engl. Durchmesser. Die Erniedrigung der Temperatur war am kleinsten von einer metallischen Oberfläche, größer von einer Glasoberfläche, und am größten, wenn die entgegenstehende Fläche schwarz gefärbt war. Er fand überhaupt, daß das Vermögen, die Kälte zu entstrahlen, zurückzustrahlen und aufzuheben (zu absorbiren) genau dasselbe war, wie bey der strahlenden Wärme. M. s. den Artikel Wärme.

α) Versuche über das Feuer. Cap. 3.
β) Nicholson's Journal. Vol. XX. p. 342.

Wenn die Oberfläche des Thermometers verändert wurde, so veränderte sich auch die Wirkung. War sie vergoldet, so war die Veränderung der Temperatur unbedeutend, dagegen war sie sehr bedeutend und größer, wenn sie geschwärzt worden war.

Eben so verschieden, wie bey der Strahlung der Wärme, waren die Wirkungen von reflectirenden Oberflächen. Bey einem Metallspiegel war die Wirkung am größten, geringer bey einem Glasspiegel, und noch geringer, wenn die Oberfläche desselben mit Lampenruß überzogen wurde.

Diejenigen Oberflächen, welche die Kälte (so wie die Wärme) am besten entstrahlen, absorbiren sie auch am leichtesten, während beyde Eigenschaften im umgekehrten Verhältnisse mit dem Vermögen stehen, die Kälte (oder Wärme) zu reflectiren.

Herr Leslie fand ferner, daß das Zwischenstellen von Schirmen dieselben Erscheinungen, wie beym Strahlen der Wärme, darstellte. Wurde ein Blatt Stanniol dazwischen gebracht, so wurde die Wirkung des kalten Körpers auf das Thermometer völlig aufgehoben; diente eine Glasplatte oder ein Blatt Papier als Schirm, so wurde dieselbe blos vermindert; diese Verminderung war größer oder kleiner, nach Maaßgabe der Entfernung von dem kalten Körper. Die Wirkung der geschwärzten und zusammengesetzten Schirme ist der Wirkung derselben auf die strahlende Wärme gleich.

Diese und ähnliche Versuche zeigen, daß für die Annahme eines Kältestoffes, als eines positiven Princips, eben so viele Gründe sind, als für die eines Wärmestoffs, und nimmt man nur den letztern an, so sind die hiernach möglichen Erklärungen mehrerer in Leslie's Versuchen vorkommenden Erscheinungen so gezwungen, daß sie als verwerflich betrachtet werden können. Leslie selber fühlte dies, modificirte dieselbe und wandte seine Theorie von den Luftpulsationen auf die

Erklärung voriger Erscheinungen an. Hiernach entzieht die kalte Oberfläche der sie berührenden Luftschicht einen Theil ihrer Wärme; dieses veranlaßt ein momentanes Zusammenziehen der nächstfolgenden, wodurch dann Pulsationen, begleitet von einer Entladung von Wärme an die kalte Oberfläche, zu Stande kommen, die sich in fortlaufender Kette bis zur Spiegeloberfläche und von hier rückwärts bis zum Thermometer fortsetzen.

Kälte, künstliche, (Zus. z. S. 581. Th. VI.) **Mac Culloch** *) entdeckte durch einen Zufall, da er, während er sich auf einem hohen Berg verweilte, einen zu starken Branntewein durch Hineinwerfen von etwas frisch gefallenem Hagel verdünnen wollte, daß das Gefäß sogleich von außen mit Eis überzogen wurde, und auf die Unterlage, worauf es gestellt war, fest anfror. Brachte er ein Thermometer hinein, so sank das Quecksilber bis in die Kugel hinab. Hierauf fand er, daß man nach Belieben einen sehr großen Kältegrad durch Mischung von Spiritus oder starkem Branntewein mit Eis oder Schnee hervorbringen kann. Er giebt an, daß man auf diese Weise eine Kälte von 49° bis 50° Fahr. erhalten kann. Herr **Berzelius** hat diese Versuche wiederholt, und gefunden, daß man ohne Schwierigkeit eine Kälte von 10 Grad der hunderttheiligen Skale erhält, daß aber bey einer Temperatur von + 16° der umgebenden Luft die Kälte nicht tiefer gebracht werden kann. Stärkerer Alkohol bringt eine geringere Kälte hervor als Spiritus von 0,86 oder selbst noch schwächerer, weil dann der Alkohol sich mit dem Wasser verbindet, wodurch Wärme entsteht, bis der Alkohol auf einen gewissen Grad verdünnet ist.

(Zus. z. S. 42. Th. III.). Ueber die Abkühlung, welche beym Verdunsten entsteht, und die daher abgeleiteten Mittel, große Kälte hervorzubringen, hat

*) Phillips Annals of Philosophy. B. I. p. 135.

Leslie *) neuere Untersuchungen angestellt, welche angeführt zu werden verdienen. Zuerst bemerkt er, daß man den Prozeß der Ausdünstung bisher noch nicht mit genugsamer Aufmerksamkeit untersucht, oder seine Wirkungen noch nicht richtig verstanden habe. Die dabey statt findende Abkühlung habe man ohnehin als der Schnelligkeit, womit die Feuchtigkeit sich zerstreuet, proportional angesehen, und daher angenommen, sie werde durch jeden Umstand, der diese Wirkung beschleuniget, vermehrt. Man bemerke aber, daß Wasser in einem porösen irdenen Gefäße von allen Seiten einem Luftstrome ausgesetzt, nur bis zu einem gewissen Grade abkühle, und daß alsdenn die Temperatur beständig bleibe. Hier werde nun zwar durch einen verstärkten Luftstrom diese größte Abkühlung schneller herbeygeführt, aber der Grad der Kälte bleibe derselbe. Bey einiger Ueberlegung könnten wir wohl entdecken, wie es dabey zugehe. Obgleich nämlich die feuchte Oberfläche nun aufgehört habe, kälter zu werden, so daure die Zerstreuung von unsichtbaren Dämpfen und die Verwendung von Wärme noch immer fort; es müsse also nun dasselbe Mittel, welches den Dampf aufnehme, auch die zu seiner Bildung erforderliche Wärme hergeben. Jedes vorbeyströmende Lufttheilchen, welches die so sehr abgekühlte ausdünstende Oberfläche berühre, werde bey dieser Berührung eines so viel dichtern Körpers sich abkühlen und daher dem ausdünstenden Flüssigen seine Wärme mittheilen, und das um so mehr, je bedeutender der durch die Abkühlung hervorgebrachte Unterschied der Temperatur sey. Alle Luftschichten, welche die feuchte Masse in verschiedenen Abständen umgäben, theilten also, während sie die Feuchtigkeit aufnehmen, ihre Wärme der erkälteten Fläche mit, und diese entgegengesetzten Einwirkungen der durch

*) Kurzer Bericht von Versuchen und Instrumenten ꝛc. übers. von Brandes Leipz. 1823. S. 43 f. 136 f.

die Ausdünstung gebundenen und der durch die berührende Luft mitgetheilten Wärme brächten ein Gleichgewicht hervor, wodurch nunmehr die Temperatur ungeändert bleibe. Ein schnellerer Luftstrom um den feuchten Körper beschleunige diese Einwirkungen, aber so lange nur die Luft dieselbe trocknende Kraft besitze, könne er auf den Grad der tiefsten Temperatur keinen Einfluß haben. So gebe also die von der Luft an die feuchte Fläche mitgetheilte Wärme ein genaues Maas der Wärme, welche zum Verdampfen der Feuchtigkeit, die zur Sättigung der umgebenden Luft bey der erniedrigten Temperatur hinreiche, nöthig sey; und unter allen Umständen werde der Grad der Trockenheit der Luft genau bestimmt durch die Abkühlung, welche eine ihr ausgesetzte Fläche erleide.

Bey dieser Untersuchung wäre nur auf die Mittheilung der Wärme oder auf die Wirkung, welche aus der schnellern Fortführung durch die Theilchen des umgebenden Flüssigen entstehe, Rücksicht genommen; allein, die umgebende Luft führe auch durch Undulationen (durch Strahlung) dem Wasser Wärme zu, und dadurch würde das Gleichgewicht der Temperatur zufälligen Aenderungen unterworfen seyn, wenn nicht die Feuchtigkeit mit der durch sie aufgenommenen Wärme eben so durch einen ähnlichen Prozeß fortgeführt würde. Und in der That scheine die Bildung der Dämpfe genau denselben Bedingungen, wie die Ausstrahlung der Wärme, unterworfen zu seyn; in beyden Fällen nämlich bringe die Nähe einer Glas-Oberfläche und einer Metall-Oberfläche ganz ähnliche Wirkungen hervor. Nehme man zwey Stücke dünnes Spiegelglas von etwa 4½ Zoll ins Gevierte, und belege eines derselben auf etwa 4 Zoll ins Gevierte dünne mit Zinnfolie, bedecke beyde mit einem sehr feinen Goldschlägerhäutchen, welches sich durch Befeuchtung ganz dicht anlege, und beschneide dieses, nachdem es trocken geworden sey, für beyde zu einem Quadrat von 4¼ Zoll; so lasse sich mit ihnen

folgender Verſuch anſtellen. Man lege beyde Glasplatten horizontal in die beyden Schaalen einer feinen Waage, und bringe ſie durch zugelegte Gewichte ins Gleichgewicht; nun ſtreiche man mit einem Haarpinſel zwey Gran Waſſer auf die Oberfläche jedes Häutchens; ſo werde in wenig Sekunden die belegte Glasplatte ein Uebergewicht zeigen, und wenn die unbelegte ſchon alle Feuchtigkeit verlohren habe, werde man finden, daß die belegte noch $\frac{3}{10}$ Gran Feuchtigkeit an ſich halte. Die Nähe des der feuchten Oberfläche untergelegten Metalls hindere alſo den Prozeß der Ausdünſtung, ſo daß dieſe nur wie 17 zu 20 bleibe; eben ſo wie unter gleichen Umſtänden die Verzögerung des Ausſtrömens der Wärme ſtatt finde. Dieſe und ähnliche Verſuche zeigten, daß der feuchten Oberfläche immer ein beſtimmter Antheil durch die Pulſationen in der Luft entzogen werde. Der entſtehende Dampf ertheile der Luft, indem er ſich mit ihr verbinde, eine ſchnelle Ausdehnung, die ſich in auf einander folgenden Wellen durch ſie fortpflanze.

Die Art der Fortpflanzung durch Vibrationen ſey nicht auf Wärme und Feuchtigkeit beſchränkt, ſondern auch Gerüche ſchienen ſich durch eine ähnliche Wirkſamkeit fortzupflanzen. Bekanntlich zerſtreue allerdings der Wind zu weiten Entfernungen hin die riechenden Theilchen; aber auch gegen den Wind breiteten ſich die Gerüche bis zu einiger Entfernung aus. Ja man könne mit Hülfe eines coniſchen Rohres die Gerüche gegen die Naſe zu concentriren, faſt auf dieſelbe Art, wie man den Schall durch das Höhrrohr verſtärke. Leslie ſtreuete Moſchus über ein kreisförmiges Stück Pappe, und ſtellte es einige Zolle von einem metalliſchen Reflector, in deſſen Brennpunkt eine mit Cambrai umwickelte Glaskugel ſtand; eine gleiche Kugel ſtellte er einen Zoll ſeitwärts entfernt auf. Nach wenigen Minuten unterſuchte er beyde und fand die im Brennpunkt aufgeſtellte weit ſtärker nach Moſchus

riechend als die andere. Der Versuch wurde mit Erbsenblüthen wiederholt, die mit kleinen Einschnitten bezeichnet vor dem Spiegel aufgestellet wurden; stellte er nun eine kleine Pappscheibe mit trockenem Ammoniak bedeckt dem Spiegel gegenüber, so wurden die Blüthen grünlich, überall wo der Saft ausschwitzte, aber nahe am Brennpunkte war die Farbe am stärksten. Hier, meint Leslie, mußten die geruchgebenden Substanzen, indem sie sich in der Luft auflöseten, eine Art von vibrirenden Eindrücken, wie es beym Schall geschieht, hervorgebracht haben. Der einzige Unterschied scheine darin zu liegen, daß geruchserregende Substanzen und Feuchtigkeit aus schwererer Materie beständen, und deshalb nicht mit der Regelmäßigkeit und so weit fortgeführt würden, wie Wärme, welche eben die äußerste Feinheit wie das Licht selbst besitze.

Hiernächst beschäftiget sich Leslie mit den Mitteln, um große Kälte zu erregen. Er führt an, daß, da verdünnte Luft so sehr viel mehr Wasser aufnehmen könne, vermehrte Wärme auf sie eine größere Wirkung hervorbringen müsse. Bringe man daher unter einen Recipienten mit verdünnter Luft einen kalten Körper, so bewirke er eine sehr bedeutende Trockenheit. In einer bis auf Funfzigstel oder auf ein Hundertel verdünnten Luft von gewöhnlicher Temperatur bringe eine Kälte erregende Mischung von Schnee und Salz ein nahe dabey gestelltes Hygrometer auf wenigstens 200 Grade herab, und noch tiefer, wenn das Zimmer erwärmt sey. Wenn man daher gewöhnliches Salz mit dreymal so viel Eis am Gewicht in einem breiten bedeckten Gefäße von Glas oder Porzellan mische, das fast so weit als der Recipient sey, und wenige Zolle höher oder tiefer ein poröses irdenes Gefäß von halb so großem oder ein Drittel so großem Durchmesser mit Wasser gefüllt aufstelle, so werde bey starker Verdünnung der Luft die geringe Wassermenge wegen der starken Ausdünstung in allen Jahreszeiten schnell gefrieren, und so

lange gefroren bleiben, bis etwa nach einer Stunde jene Kälte erregende Masse ganz geschmolzen sey, und folglich ihre Kraft, Kälte hervorzubringen, verlohren habe. Die Größe der Eisrinde, die sich an der äußersten Oberfläche des Gefäßes, welches die Kälte erregende Mischung enthalte, bilde, zeige die Stärke der Ausdünstung von jenem andern Gefäße her an, die nöthig sey, um das Gefrieren zu bewirken, und zu unterhalten.

Sobald Leslie die verstärkte Wirkung verdünnter Luft, um wässerigte Theile aufzunehmen, kannte, suchte er einen mehr die Feuchtigkeit anziehenden Körper zu finden, um seine Wirkung mit der vorübergehenden Austrocknung in verdünnter Luft zu verbinden. Er sah mit Vergnügen, daß ein offenes Gefäß mit Schwefelsäure geradezu seine Anziehung auf die Feuchtigkeit mit der Wirkung der Luftverdünnung verband, und, was noch wichtiger war, daß sie die entstandene Trockenheit fortwährend unvermindert erhielt. Die verdünnte Luft konnte nun nicht wie sonst sich nach und nach mit Feuchtigkeit beladen; sondern jedes Lufttheilchen, sobald es durch die Berührung der feuchten Kugel des Hygrometers Feuchtigkeit angenommen hatte, übertrug diese nur zu der Säure, und kam also seiner Last entladen zurück, fähig neue Wassertheilchen in sich aufzunehmen. Durch diesen beständigen Kreislauf zwischen der ausdünstenden und absorbirenden Oberfläche erhalte sich die verdünnte Luft immer in gleicher Trockenheit. Da aber sowohl die Kraft der Verdunstung als der Absorption in höhern Temperaturen zunehme, so werde fast in allen Fällen durch eine bestimmte Verdünnung der Luft eine gleiche Abkühlung hervorgebracht. Wenn mann die Luft auf das 250 fache verdünne, was ungefähr das äußerste unter diesen Umständen zu erreichende ist, so werde die ausdünstende Oberfläche bis zu 120 Gr. Fahr. herab im Winter abgekühlet, und würde im Sommer wohl gegen 200 Gr. Abkühlung

erhalten. Inzwischen reiche eine viel geringere Verdünnung mit der Schwefelsäure hin, um eine sehr bedeutende Kälte zu erregen und zu unterhalten; indem schon eine 50 malige Verdünnung eine Erniedrigung der Temperatur von 80 bis 100 Grad Fahrenh. bewirke.

Dieses Mittel setze uns in den Stand, in jeder Jahreszeit und in den heißesten Himmelsstrichen Wasser in Eis zu verwandeln, und es gefroren zu erhalten, bis es allmählig durch eine fortwährende unsichtbare Ausdünstung ganz verschwinde. Es sey dazu weiter nichts erforderlich, als daß die Oberfläche der Schwefelsäure dem Wasser nahe stehe, und daß die Schwefelsäure eine größere Oberfläche darbiete, weil sonst die Feuchtigkeit reichlicher ausdünsten würde, als sie von der Schwefelsäure aufgenommen werden könnte, mithin die Trockenheit nicht den gehörigen Grad erreichen und die Ausdünstung gehindert werden würde. Die Säure könnte in eine breite Schale etwa ½ Zoll tief, die sich unter einem ungefähr halbkugelförmigen Recipienten befindet, gegossen werden; das Wasser dagegen könnte man in einer halb so weiten, auch nicht tiefen Schale zur Abkühlung ausstellen, und von einem Metallring auf drey gläsernen Füßen zwey oder drey Zoll hoch über der Oberfläche der Säure erhalten. Es sey wichtig, daß das Wasser so viel als möglich von andern Körpern entfernt sey, oder dem umgebenden Medium nur eine feuchte Oberfläche darbiete; denn die trockenen Seiten der Schale könnten durch Mittheilung von der äußern Luft zu viel Wärme erhalten, die der abkühlenden Einwirkung der Ausdünstung im Wege stände oder sie gänzlich aufhöbe. Dieser Unbequemlichkeit könne man größtentheils abhelfen, wenn man das Wassergefäß in etwa ½ Zoll Entfernung mit einem umfassenden Gefäße einschließe. Sey sowohl das Wassergefäß als dieses umschließende Gefäß von Glas, so sehe man vollkommen gut den Prozeß des Gefrierens; aber wenn

ſie aus glänzenden Metallen beſtünden, ſo ſey die Wirkung noch auffallender. Am beſten aber weiche man dem Verluſte der Abkühlung aus, wenn man das Waſſer in einem poröſen irdenen Gefäße ausſtelle. Nehme man gewöhnliches Waſſer, ſo entwickelten ſich beym Fortgange der Ausdünſtung reichliche Luftblaſen; in wenigen Minuten, und lange vorher, ehe die Grenze der Luftverdünnung erreicht ſey, zeigten ſich die Eisnadeln ſehr ſchön in der ganzen flüſſigen Maſſe in ihrem Entſtehen, und bildeten darin ein netzartiges Gewebe. Wenn das Gefrieren weiter fortgehe, ſo trete eine neue Luftentwickelung ein, die den regelmäßigen Fortgang des Feſtwerdens bezeichne. Aber nachdem alles zum feſten Eiſe geworden ſey, welches, wenn das Waſſer nicht über 1 Zoll tief ſey, in weniger als $\frac{1}{2}$ Stunde erfolgen könne, ſo daure die Ausdünſtung und Abſorption dennoch fort. Durch unſichtbare Uebergänge entziehe eine kleine Eisſchichte der innern Maſſe etwas Wärme, und werde dadurch in Waſſer und Dampf verwandelt, der in der Luft zu der Säure hinübergeführt werde, hier wieder die tropfbare Form annehme, und bey dieſer Verbindung ſeine Wärme abſetze.

Weil die Schwefelſäure nur zum Theil die Erfüllung des Recipienten mit Dämpfen verhindere, ſo komme man bald auf die Grenze der Verdünnung, und ſelten könne man die eingeſchloſſene Luft weiter als bis auf das hundertfache verdünnen, oder weiter als bis dahin, wo ihre elaſtiſche Kraft noch $\frac{3}{10}$ Zoll Queckſilber zu tragen vermöge. Allein eine viel geringere Verdünnung etwa zum 10 bis 20 fachen reiche hin, um das Gefrieren zu unterhalten, wenn es einmal eingetreten ſey. Das Eis runde ſich dann an den Ecken ab, und ſchwinde weg, indem ſeine Oberfläche durch das Spiel der unſichtbar fortgeführten Verdunſtung zerfreſſen werde. Die Säure behalte inzwiſchen durch die Abſorption eine allemal größere Wärme, als die des Zimmers. Das ſo erhaltene Eis erleide eine ſehr langſame Zerſtörung,

denn ein Stück von etwa 1 Pfund schwer und zwey Zoll dick, verschwinde kaum in 8 bis 10 Tagen völlig. Das Eis behalte, während es so vergehe, meistens eine gleichförmige Durchsichtigkeit und Festigkeit; doch bey dem weitern Fortgange der Erscheinung nehme es oft ein den Honigscheiben ähnliches Ansehen an, welches von den kleinen Höhlungen herrühre, die sich durch die beym Froste entwickelten Luftbläschen bildeten, und die sich nachher durch das Einfressen des auflösenden Mittels erweiterten.

Nach Leslie bringt man am schönsten das künstliche Gefrieren zu Stande unter einem zum Uebertragen eingerichteten Recipienten der Luftpumpe. Man nimmt eine zwey bis drey Zoll im Durchmesser haltende Schale von dickem aber hellem Glase, deren Ränder gleich sind, und die man obenhin mit einer Glasplatte bedecken, wenn gleich nicht völlig, schließen kann; die Glasplatte, die dazu dienen soll, wird horizontal an einem Stabe, der sich in einer Lederbedeckung verschieben läßt; aufgehängt. Diese Schale füllt man größtentheils mit frischem destillirten Wasser, und stellt sie auf einen dünnen von Glasfüßen getragenen Metallring, so daß sie etwa 1 Zoll oberhalb der Oberfläche der Schwefelsäure steht, die sich etwa $\frac{3}{4}$ Zoll tief auf dem Boden eines tiefen Glasbeckens von etwa 7 Zoll Durchmesser befindet. Wenn alles so eingerichtet ist, so stellt man den Recipienten darüber, und drückt die Glasplatte herab, um die Schale zu bedecken; man schraubt nun den Recipienten an die Luftpumpe, und pumpt so aus, daß die Luft bis auf das 150 fache verdünnt ist; hierauf sichert man durch Schließung des Hahns die Fortdauer dieses Zustandes, nimmt den ganzen Apparat von der Luftpumpe weg, und bringt ihn an einen passenden Ort. So lange die Schale verdeckt bleibt, erhält sich nun das Wasser unverändert; zieht man aber das Stäbchen 1 Zoll hoch oder höher, um die Einwirkung einer verdünnten Luft eintreten zu lassen, so wird, vielleicht

in 5 Minuten, ein Bündel Eisnadeln plötzlich durch die ganze Masse anschießen, und das Erstarren wird sich nachher regelmäßig unterwärts verbreiten, indem die horizontale Schichte sich immer mehr verdicket, und nach und nach einen schönen durchsichtigen Kuchen bildet. Läßt man nun den Deckel wieder herab, so kehret das Eis wegen der Hemmung der Ausdünstung langsam in seinen vorigen Zustand zurück. Auf diese Weise kann man dasselbe Wasser, selbst mit willkührlichen Zwischenzeiten, zwanzig oder dreyßigmal wiederholt gefrieren und aufthauen lassen. Bey dem ersten Gefrieren wird einige Luft frey, aber dies wird bey jeder Wiederholung geringer, und das Eis gleicht daher endlich, frey von allen Flecken, dem reinsten Krystall.

Dieses künstliche Gefrieren des Wassers in einer Schale von Glas oder Metall bietet das beste Mittel dar, um den Fortgang der Krystallisation zu beobachten. Die Erscheinungen sind aber sehr mangelhaft. Wenn die Erregung der Kälte sehr heftig ist, so breitet sich das Gefrieren auf einmal über die ganze Wasserfläche aus, und verdunkelt sich, wie eine Wolke; aber gewöhnlich geht das Gefrieren langsamer fort; Bündel von Eisnadeln gehn von verschiedenen Punkten, zuweilen in der Mitte, gewöhnlich an der Seite der Schale aus, und verbreiten sich allmählig mit einer Art von federigem Gewebe, wodurch dann sehr bald die Oberfläche zu einem gleichförmigen Eise wird. Aber diese Wirkung ist manchmal sonderbar verschieden. Die nach verschiedenen Richtungen fortwachsenden Eisnadeln schließen zuweilen in der Mitte des Gefäßes einen geradlinigt begrenzten Raum ein, der ungleich, aber immer mehr sich verengernd zu einem Dreyeck wird; da dann die untere Masse theilweise gefroren ist, und deshalb ausgedehnt wird, so wird das Wasser allmählig durch die Oeffnung hinaus gedrängt, und bildet durchs Gefrieren eine regelmäßige, sich stufenweise erhebende Pyramide, oder wenn die heraustreibende Kraft

größer ist, und die Höhlung enger, so wird ein gerade abgestürzter Körper wie ein Pfeiler entstehen. Die strahlenähnlichen oder gefiederten Nadeln, die zuerst die gefrorne Oberfläche bezeichnen, sind die Ecken dünner Eisplättchen, die unter bestimmten Winkeln angefügt sind, während jedes Stück aus parallelen Ebenen besteht. Diese innere Bildung zeigt sich sehr deutlich, wenn man die gefrorne Masse aus einer metallenen Schale herausnimmt, ehe sie ganz erhärtet ist.

Wenn man gläserne oder metallene Schalen gebraucht, so zeigt die an der offenen Oberfläche des Flüssigen entstehende Kälte eine immer weiter herabwärts gehende Wirkung; bedient man sich aber poröser irdener Gefäße, so bewirkt die fast von allen Seiten gleiche Ausdünstung eine regelmäßige Erhärtung gegen die Mitte der Masse zu und diese ist am Boden eher stärker, wegen der größern Nähe der absorbirenden Oberfläche, und läßt zuweilen einen netzförmigen Raum nahe in der Mitte der Oberfläche frey, wodurch die beym Gefrieren entwickelte Luft entwischen kann. Wenn man nur eine geringe Kraft des Gefrierens anwendet, so wird zuweilen langsam eine schöne und auffallende Erscheinung hervorgebracht. Wird ein 4 bis 6 Zollweite Schale von poröser irdener Waare ganz bis oben mit gewöhnlichem Wasser gefüllt, bis es über den Rand hervortritt, und jetzt über ein Gefäß von 10 bis 12 Zoll Durchmesser mit Schwefelsäure gestellt, und alles mit einem weiten Recipienten bedeckt, so fängt bey einer mäßigen Verdünnung der Luft, etwa zwischen $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{20}$ der natürlichen Dichtigkeit, je nachdem es die mehr oder mindere Kälte des Zimmers fordert, die flüssige Masse in einer Stunde oder zwey an, Eisnadeln zu zeigen, die sich allmählig mehr vergrößern und erhärten, aber immer die Hauptmasse unten ungefroren lassen. Die Eisrinde; welche den Rand bedeckt, erhält nun immer Zuwachs von unten und hebt sich im unmerklichen Fortgange senkrecht. Von jedem Punkte

der rauhen Oberfläche des Gefäßes werden Eisnadeln gleich Bündeln gesponnenen Glases hervorgetrieben werden, verstärkt durch die Feuchtigkeit, welche sie durch ihre Masse fortführen, und bilden durch ihre Verbindung eine feine silbergleiche Fläche, die dem faserigen Gyps oder Atlasspath ähnlich ist. Zu gleicher Zeit nimmt ein ähnliches Wachsen, doch von weniger Ausdehnung, an der untern Seite der Schale seinen Anfang, so daß immerfort Eisnadeln scheinen das Gefäß zu durchdringen. Der ganze Boden wird nun gleichfalls mit schönen Eisplättchen belegt. Es vergehen 20 bis 30 Stunden, ehe diese sonderbaren Wirkungen eintreten; aber der obere Eiskörper fähret mehrere Tage fort zu steigen, bis er eine kreisförmige Mauer von fast drey Zoll hoch bildet, und eine innere Grotte mit wunderbaren Gruppen von Eiszapfen übrig läßt. In der Zwischenzeit haben sich die blättrigen Lagen an der untern Seite verlohren, und durch den absorbirenden Prozeß ist die äußere Eisbelegung zu einem schmalen Ringe eingeschrumpft. Die Eismauer erleidet nun durch Zerhagung von aussen her eine regelmäßige Zerstörung und ihre fasrige Bildung wird gerundeter und minder schön. An Höhe verliert sie indeß eine Zeit lang noch nichts, und es scheint eher ein Niederschlag von gefrornem Ueberzuge sich zu einer gewissen Zeit im Fortgange des Prozesses anzulegen. Diese Sonderbarkeit beruhet auf einem Umstande, der nähere Aufmerksamkeit verdient, weil er einige der großen Ereignisse der Natur erkläret. Der kreisförmige Rand des Eises ist nämlich der Einwirkung der Schwefelsäure näher als die innere Höhlung und muß also durch unmittelbare Ausdünstung mehr an Wärme verlieren, es muß daher die verdünnte Luft hier am meisten Feuchtigkeit absetzen, die sich nun anhängt, und den Ring mit einer Eisrinde überzieht. Aus diesem Grunde nehmen die vorhandenen Unebenheiten auf der Oberfläche des Eises immer mehr zu.

Diese Bemerkung scheint nach Leslie einiges Licht auf die ungeheuren Eismassen zu werfen, welche in den Polarmeeren gefunden werden, und die man Eisberge nennt, weil sie gleich hohen Bergspitzen auf der Oberfläche des Meeres aufgethürmt sind. Sie haben oft mehr als 100 Fuß Höhe, und müssen gewiß zehnmal so tief sich unter die Wasserfläche erstrecken; es würde daher unglaublich seyn, wenn man sie als abgerissene Stücke von so ungeheuer dicken Eisfeldern ansehn wollte, zumal da man es bezweifeln muß, daß der Ocean irgendwo zugefroren sey. Das Eis, was Leslie durch jene Kälte erregenden Einwirkungen aus salzigem Wasser erhalten hatte, war immer locker und hatte salziges Wasser in seinen Zwischenräumen. Zwar könnte nun vielleicht ein überaus langsames Gefrieren, das regelmäßig von der Oberfläche hinabwärts fortrückte, die Salztheilchen hinabdrängen, die sich nie ganz von dem Wasser trennen, und sie so zwingen, sich mit der großen Masse in der Tiefe reichlicher zu verbinden; allein wenn man das auch annähme, so müßte man doch noch eine Erklärung für die Entstehung der so hoch erhobenen Eisklippen geben. Die Genügendste Erklärung dieser Erscheinung muß in der Zurückführung auf eine allgemeine Ursache bestehen, welche zugleich die Unebenheiten auf der Oberfläche der Eisfelder immer vergrößert. Nach Leslie sind die untern Theile des Eisfeldes, die sich der minder kalten Wassermasse des Oceans näher befinden, nicht so kalt, als die hoch in die Luft hinaufragenden, und die aufsteigende Luft wird daher abgekühlt, wenn sie an jenen höhern Theilen hinstreicht; sie muß daher dort einen Theil ihrer Feuchtigkeit absetzen, und eine Eisdecke bilden.

Auch andere Naturerscheinungen erhalten nach Leslie hier ihre Aufklärung. In den rauhen nördlichen Gegenden tritt der Wechsel der Jahrszeiten sehr schnell ein. Beym Anfange des Frühlings brechen die dicken Eismassen, welche die Newa in Rußland, oder den St.

Lorenzfluß in Canada bedecken, mit großer Gewalt, zuweilen mit furchtbarem Krachen auf. Dieses Krachen ist nicht etwa blos dem Getöse des Zerbrechens zuzuschreiben, sondern die zahlreichen eingeschlossenen Luftblasen bringen vermöge ihrer Elasticität die heftigsten Zertrümmerungen hervor. In diesen Gegenden nämlich bricht der Winter auf einmal mit sehr heftigem Froste ein, und wahrscheinlich werden beym Gefrieren die ausgeschiedenen Luftblasen von allen Seiten mit Eis umgeben und in einem bedeutenden Grade verdichtet. Wenn nun die mildere Jahrszeit anfängt, und das Eis durch die Wärme brüchig wird, so bewirkt die Elasticität der Luft jene Erscheinungen.

Die Hagelkörner findet man inwendig aus einem Schneekerne bestehend, und außen mit einer festern Eisrinde umgeben. Sie haben ohngefähr das Ansehen eines plötzlich gefrornen Wassertropfens, wo die Luftbläschen von der Oberfläche nach innen getrieben sind, und die schwammige Bildung veranlassen. Dieser Umstand giebt nach Leslie die Ursache des Entstehens des Hagels an, indem die Regentropfen durch eine trockene und sehr kalte Luftschicht fallen. Die sehr erkalteten Tropfen nehmen dann selbst in der mildern Luft in der Nähe der Erde durch die sich von außen anlegenden Theilchen noch eine Art von Schneebedeckung an. Zur Erläuterung dieser Bildung giebt Leslie einen Versuch an. Wenn man nämlich einen zu einem Haarröhrchen ausgezogenen Trichter, durch welchen nur höchst langsam, jede zwey oder drey Minuten ein Wassertropfen sich hervordrängte, oben in einem hohen Recipienten anbrächte, worin die Luft durch Verdünnung und Absorption sehr trocken wäre, so würden die herabfallenden Tropfen während des Fallens gefrieren und dem Hagel gleichen.

Indessen ist die verbundene Kraft der Verdünnung und der Absorption im Stande, viel größere Wirkungen, als das bloße Gefrieren des Wassers hervorzubringen. So gelang es Leslie'n im Winter, wenn die

Dichtigkeit der Luft auf $\frac{1}{500}$ zurückgebracht war, eine Kälte von 125 Grad Fahr. unter der Temperatur des Zimmers hervorzubringen; bey verbesserter Einrichtung und in günstiger Jahrszeit könnte man gewiß eine noch bedeutendere Abkühlung bewirken. Eine solche Erkältung reicht jedoch in allen Jahrszeiten hin, das Quecksilber zum Gefrieren zu bringen. Wenn man Quecksilber in einem hohlen birnförmigen Eisstücke nahe an einer breiten Oberfläche von Schwefelsäure unter einem Recipienten aufhängt, so gefriert es bey Verdünnung der Luft, und bleibt mehrere Stunden in diesem Zustande. Dieser Versuch kann aber auch ohne fremde Beyhülfe zu Stande gebracht werden. Wenn man Quecksilber in eine große Thermometerkugel gebracht, und diese an dem Stäbchen des Recipienten befestigt hat, so stellt man das über das weite Gefäß mit Schwefelsäure, in dessen Mitte sich ein kleines mit Wasser gefülltes Glas befindet. Ist nun die umgebende Luft etwa bis zum 50fachen verdünnt, so taucht man die Kugel wiederholt in das kalte aber doch ungefrorne Wasser, und zieht sie einen Zoll hoch wieder herauf; sie überzieht sich dadurch mit mehreren Eisrinden von etwa $\frac{1}{20}$ Zoll dick. Jetzt nimmt man das Wasser weg, schneidet auch den an der Kugel herabhangenden Eiszapfen ab und glättet die Oberfläche mit einem warmen Finger, bringt den Recipienten wieder an seinen Ort, läßt die Kugel herab bis zu $\frac{1}{2}$ Zoll Entfernung von der Schwefelsäure, und treibt nun die Verdünnung so weit als möglich. Hat man es so weit gebracht, daß der Druck der Luft nur noch in der Heberöhre durch $\frac{1}{10}$ Zoll angezeigt wird, so zerspringt die Eiskruste, und das allmählig in die Kugel bis zum Gefrierpunkt des Queckſilbers oder 39° unter Null gesunkene Quecksilber zieht sich plötzlich in die Kugel zusammen. Nimmt man nun den Apparat weg und zerbricht die Kugel, so erhält man das Metall als eine feste glänzende Masse, die den Schlag eines Hammers aushält.

Leslie giebt zuletzt noch an, auf welche vortheilhafte Art man zu mancherley practischen Zwecken die Erregung der künstlichen Kälte anwenden kann.

Als Herr Confiliachi zu Pavia im Jahre 1811. die Notiz über das sinnreiche Verfahren des Herrn Leslie, die Verdünstungskälte in einem so außerordentlich hohen Grade zu verstärken, erhalten hatte, wurde er dadurch angereizt, ohne Leslie's Versuche zu kennen, dergleichen selbst anzustellen *). Zu diesen seinen Versuchen gebrauchte er eine Nairne'sche Luftpumpe, mit welcher sich die Barometerprobe bis auf $\frac{1}{3}$ Linie herabbringen ließ. Confiliachi's Versuche haben das Gepräge einer gründlichern Untersuchung an sich, als die des Herrn Leslie. Das Wissenswürdigste davon soll also hier kurz angegeben werden.

Confiliachi's erste Versuche waren diese, in welchen er das Wasser unter dem Recipienten der Luftpumpe blos von dem Luftdrucke befreyet hatte. Um unter diesen Umständen die verdunstende Oberfläche zu vergrößern, tränkte er einen Schwamm mit Wasser, welches letztere verdünsten sollte, und umgab mit diesem Schwamm die Kugel eines sehr empfindlichen Thermometers, das er in den Recipienten der Luftpumpe brachte. Nachdem er das Thermometer an einem seidenen Faden aufgehangen, und über den Recipienten eine zweyte größere Glasglocke gestürzt hatte, fiel das Thermometer auf den o Punkt, als die Luftverdünnung bis 4 Millimétres Queckſilberhöhe herabgekommen war, und sank bis auf — 3° als der Luftdruck bis 3 Millimétres herabkam. Die Temperatur der äußern Luft war 18° C. Es zeigte sich nun, daß das Wasser im ganzen Schwamm gefroren war. Wiederholungen ähnlicher Versuche belehrten Confiliachi, daß sich das Wasser nie mit einem Male, sondern immer nur allmählig in Eis verwandelt.

*) Memoria sul freddo prodotto etc. Pavia 1811. überſ. in Gilbert's Annalen der Physik. B. XLII. S. 342. ff.

Wenn Confiliachi statt des Schwammes eine Glasscheibe wählte, welche auf einer schlecht leitenden Unterstützung ruhete, so wurde es ihm schwer, auch unter mancherley abgeänderten Umständen, im luftverdünnten Raume das Wasser zum Gefrieren zu bringen.

Hiernächst wählte Confiliachi concentrirte Schwefelsäure, welche sich in einer Glasschale von beträchtlicher Oberfläche befand, die er 8 Centimétres über der mit dem Schwamm umwickelten Thermometerkugel gestellet hatte. Die Lufttemperatur war 17°,5. Als die Barometerprobe noch auf 11 Millimeter stand, kam schon das Thermometer auf 0 Grad herab, und bey 7 Millimeter war es bis — 2°,5 gesunken. Hier fand sich das Wasser im Schwamm durchaus gefroren, so daß derselbe einen festen und harten Körper bildete. Nahm er statt des Schwamms ein Glasschälchen mit 3 Scrupel Wasser von 17° Temperatur, so fing dasselbe in dem verdünnten Raume zu sieden an, und, als der Luftdruck nur noch 6,5 Millimeter betrug, erschienen ringsum an den Wänden dreyseitige Eisnadeln unter den gewöhnlichen Neigungswinkeln; ihre Spitzen gingen alle nach Innen zu, und allmählig wurde die ganze Oberfläche des Wassers mit Eis bedeckt. Bey einem Versuche mit dem Schwamme, der Wasser von 16° C. enthielt, kam das Thermometer auf — 37° C. herab, nachdem man mit Auspumpen der Luft so lange angehalten hatte, bis die Barometerprobe 1,1 Millimeter Druck angezeigt hatte. Aus diesem Versuche schöpfte Confiliachi die Hoffnung das Queckſilber, welches zum Gefrieren — 40° C. nöthig hat, durch die Verdünstungskälte zum Frieren zu bringen. Dieser Versuch ist ihm aber erst nach sehr vielen vergeblichen Versuchen gelungen; jedoch war er aber nicht im Stande, das gefrorne Queckſilber aus dem Recipienten heraus zu bringen, weil das gefrorene Queckſilber beym Einströmen der Luft in den Recipienten jederzeit wieder aufthauete.

Hierauf stellte Confiliachi auch mit verschiedenen hygroskopischen Substanzen, vergleichende Versuche unter möglichst gleichen Umständen an. Recipient, Thermometer, Schwamm und die Größe der absorbirenden Fläche waren bey allen diesen Versuchen dieselben, der Schwamm war bey allen gleich stark mit Wasser von einer Wärme von 17° C. getränkt, und die Zeitdauer des Versuchs war bey allen 7 Minuten. Aus diesen Versuchen ergaben sich folgende Resultate:

1. Der niedrigste Stand, bis zu welchem die Barometerprobe in jedem seiner Versuche in gleicher Zeit herabkam, und die bey gleichem Stande derselben erreichte Kälte, geben das Maaß der hygroskopischen oder absorbirenden Wirkung der angewendeten hygroskopischen Substanzen.

2. Die Schwefelsäure scheint in dieser Hinsicht alle andere an Kraft weit zu übertreffen; sie allein kann mehrmals gebraucht werden.

3. Sind die andern hygroskopischen Körper schon feucht, so erhebt sich ein Theil ihrer Feuchtigkeit bey abnehmendem Drucke der Luft in Dampfgestalt, und hält den bezweckten Erfolg dadurch auf. Aus der Schwefelsäure kann dagegen kein Wasserdampf aufsteigen; auch geben die empfindlichsten Reagentien keine Spur von Säure in dem Recipienten, unter welchem die Schwefelsäure steht, zu erkennen, man treibe die Verdünnung auch noch so weit.

4. Dagegen verdünsten das säuerliche und das neutrale essigsaure Kali und das salzsaure Ammoniak mehr oder weniger, und schwächen dadurch die Verdünstungskälte des Wassers. Getrocknetes schwefelsaures Natron absorbirt zwar den Wasserdampf schnell, entbindet dabey aber zu viele Wärme, als daß es sich mit Nutzen gebrauchen ließe.

Confiliachi führt noch einige allgemeine Umstände an, welche auf die Erscheinungen Einfluß haben. Von allen äußert auf sie den bedeutendsten Einfluß die Größe

der Oberfläche des absorbirenden Körpers. Um den Recipienten von außen her zu erkalten, reicht es hin, ihn mit Wasser hinlänglich zu befeuchten, und mit einem Blasebalg darauf zu blasen. Am zweckmäßigsten ist es, das Gefäß mit der Schwefelsäure, weil sie sich erhitzt, auf den Teller der Luftpumpe, und die Schale mit dem Wasser ziemlich entfernt von ihr zu stellen. Das Maximum von Kälte, das bey einer Lufttemperatur von 22°,5 durch Verdunsten allein erreicht wurde, war — 3°,75 C.; unter Mitwirkung von Schwefelsäure kam dagegen die Kälte bey einer äußern Temperatur von 20° auf — 41,25 herab.

Je concentrirter die Säure ist, oder je trockener die andern hygroskopischen Substanzen sind, desto stärker ist die Verdünstung, und desto größer die durch sie erzeugte Kälte. Unter übrigens gleichen Umständen erfolgt die Wirkung desto schneller, je kleiner die Capacität des Recipienten ist.

Configliachi stellte diese Versuche auch mit Aether, Alkohol und Ammoniak an. Er umgab ein Weingeistthermometer mit sehr kleiner Kugel mit einem feinen Schwamm, tränkte diesen mit Schwefeläther vom spec. Gewicht 0,74 bey 12°,5 C. und hing das so zubereitete Thermometer in den Recipienten der Luftpumpe auf, bey einer Temperatur von 25° C. Beym Auspumpen sank das Thermometer sehr schnell, erreichte 0°, als die Barometerprobe noch auf 13,53 Millimeter stand, und war bis — 36° C. gesunken, als der Druck noch 6,5 Millimet. betrug. Bis unter 3,75 Millimet. Barometerhöhe ließ sich das Auspumpen nicht treiben, wegen des immer neu entstehenden Aetherdampfes; dabey kam das Thermometer bis auf — 38°,25 herab. In Hoffnung auf diese Art das Queckſilber zum Frieren zu bringen, nahm er statt des Weingeistthermometers eine kurze, mit einer Kugel versehene Thermometerröhre, welche nur so viel Queckſilber enthielt, daß beym Frieren fast alles in die Kugel hineinsinken mußte;

welche Vorsicht beym Gelingen des Versuchs nöthig ist. Die Luft wurde nun bis 3,75 Millim. der Barometerprobe ausgepumpt, und das Pumpen bey dieser Barometerhöhe 10 Minuten lang fortgesetzt. Nachdem Luft in den Recipienten wieder hineingelassen, das Thermometer schnell herausgenommen, vom Schwamm befreyt, und die Kugel zerschlagen wurde, fand sich das Queckſilber durch diesen Schlag abgeplattet, und blieb mehrere Sekunden lang im Zustande der Festigkeit. Dieſer Versuch ist von Confiliachi mehrere Male mit demſelben Erfolge wiederholt worden, und er bemerkt, daß er durch dieſes Verfahren bey einer Temperatur von + 25° C. in weniger als 15 Minuten das Frieren des Queckſilbers bewirkt habe, welches ſich gewöhnlich nur bey einer bedeutenden Kälte der Luft durch künſtliche Froſtmiſchungen, mehr oder minder zuſammengeſetzte Apparate, und nicht ohne viele Umſtände erreichen ließ. Das gefrorne Queckſilber hat er über 4 Minuten in dieſem Zuſtande erhalten können.

Richtete Confiliachi den Verſuch mit Aether und Waſſer eben ſo ein, wie mit Schwefelſäure und Waſſer, und bedeckte ſeinen Apparat mit zwey Glasglocken, und hielt ihn von außen auf die oben angezeigte Art im kalten Zuſtande, ſo gelang es ihm, in 10 Minuten das Thermometer von 21¼° auf — 51¼° C. herabzubringen, und mithin 72½° Kälte bey einem Druck von 2½ Millimeter Queckſilberhöhe hervorzubringen. In dieſem Verſuche war der Schwefeläther gefroren, und der Schwamm mit einer weißen Maſſe überzogen, die ſich wie Seife anfühlen ließ.

Die wirkſamſten froſterregenden Miſchungen, z. B. aus 4 Theilen trocknem, kryſtalliſirtem, kohlenſaurem Kali und 2 Theilen Schnee, oder aus 3 Theilen ſalzſaurem Kalk und 2 Theilen Schnee, bewirken nur ein Erkalten von 63¾° C. Man ſieht alſo hier ein ſehr einfaches Mittel, Körper ſehr ſchnell in eine intenſive

Kälte zu verſetzen, welche die künſtlichen Froſtmiſchungen ſchwerlich zu erreichen vermögen.

Conſiliachi wiederholte nun dieſe Verſuche mit vier andern ſehr verdampfbaren Flüſſigkeiten, nämlich mit Salzäther, Salpeteräther, Alkohol und Ammoniak; der Erfolg war aber immer kleiner als mit Schwefeläther.

Zuletzt macht Conſiliachi noch aufmerkſam auf mehrere Anwendungen dieſer neuen Thatſachen ſowohl in der Naturlehre, als auch in Künſten und Gewerben.

Die Herren Deſormes und Clement *) haben über den neuern Prozeß des Gefrierens des Herrn Leslie einige Bemerkungen gemacht, und zu zeigen ſich bemüht, wie derſelbe auf mancherley phyſiſche und ökonomiſche Geſchäfte nützlich angewendet werden könne. Sie führen an, daß Leslie's Entdeckung noch weit nützlicherer Anwendungen als auf das Gefrieren fähig ſey, ſo fern es uns Mittel, das Verdampfen zu beſchleunigen, an die Hand giebt. Durch ſie erhalten wir ein vorzüglich zu beachtendes Mittel, mancherley nützliche und brauchbare Subſtanzen in den Zuſtand einer ſehr großen Trockniß zu verſetzen, wodurch ſie oft um mehr als $\frac{3}{4}$ an Gewicht werden vermindert und in den Stand geſetzt werden, ſich lange zu erhalten, ohne daß ſie dadurch an ihren guten Eigenſchaften verlieren. So laſſen ſich Fleiſch, Fiſche, Obſt, Pflanzen und eine Menge anderer Gegenſtände austrocknen, deren Gebrauch beſonders für die Marine und zum Proviant für Feſtungen und Armeen im Felde ſehr angenehm und nützlich werden kann. Bringt man nämlich den auszutrocknenden Körper in den Recipienten einer Luftpumpe, worin ſich ein abſorbirender Körper befindet, und pumpt nunmehr die Luft aus, ſo werden ſich dadurch dieſelben bis zur höchſten Trockniß bringen laſſen.

Noch eine andere ſehr nützliche Anwendung ließe ſich vom Austrocknen durch Abſorption im luftleeren

*) Annales de Chimie.

Raume bey dem Schießpulver machen, welches über Feuer auf irgend eine veranstaltete Art immer gefährlich bleibt.

Herr Alex. Marcet *) hat noch neuere Versuche über die Verdunstungskälte angestellt. Er gebrauchte dazu den Schwefelalkohol, als einen von denjenigen flüssigen Körpern, welche am schnellsten verdunsten, und welcher daher vorzüglich geeignet ist, einen sehr hohen Grad von Kälte hervorzubringen.

Wurde die Kugel eines kleinen Weingeistthermometers genau mit einem Stückchen Flanell oder besser mit feiner Leinwand überzogen, und wenige Tropfen Schwefelalkohol darauf geschüttet, so sank das Thermometer in freyer Luft von 60° Fahr. auf 0° herab. Wurde aber dieser Versuch unter dem Recipienten einer Luftpumpe angestellt, so sank das Thermometer auch nur bey einer mäßigen Verdünnung der Luft von 60° Fahr. bis zu — 81° Fahr. herab. Wurde in einer Röhre statt des Weingeistthermometers Queckſilber unter die Luftpumpe in einen verdünnten Raum gebracht, so gefror dasselbe augenblicklich selbst im Sommer. Je trockner die Luft unter dem Recipienten war, desto leichter läßt sich die Kälte hervorbringen.

Marcet *) hat diese Versuche bey seiner Anwesenheit in Genf in Gegenwart der physikalisch-naturhistorischen Gesellschaft im Jahre 1815 am 18ten Julius wiederholt.

Das Queckſilber befand sich in einem Thermometer mit länglichtem Gefäß und einer sehr langen von 10 zu 10 Grad getheilten Röhre, und füllte diese fast ganz. Das Gefäß war mit einer Hülle von 2 oder 3 Lagen doppelten Musselins umgeben, und die Thermometerröhre in der Deckplatte eines oben offenen Recipienten luftdicht eingekittet. Es wurde eine Schale mit Schwefelsäure

*) Philosophic. Transact. for 1813. P. II. überſ. in Gilbert's Annalen ꝛc. B. XLVIII. S. 167 ff.

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LII. S. 279 f.

unter den Recipienten gestellt, welche jedoch überflüssig ist, wenn man es mit keiner wässerigen Flüssigkeit zu thun hat, das umhüllte Thermometer durch Eintauchen in Schwefelalkohol benäßt, und dann die Luft ausgepumpt. Gleich bey den ersten Kolbenzügen sank das Queckſilber schnell in der Röhre herunter bis unter den 0 Punkt, und immer tiefer bis — 30°; hier blieb es einige Augenblicke stehen, und sprang dann plötzlich auf — 100 oder 150° und noch tiefer herab; und dies alles in Zeit von etwa einer Minute. Nun wurde die Luft in den Recipienten gelassen, die Scheibe herunter gerissen, die Kugel zerbrochen, und es zeigte sich, daß alles Queckſilber zu einer Masse gefroren war, welche beym Kneten sehr bald weich, wie Amalgam, und dann in wenig Sekunden zu laufendem Queckſilber wurde. Bey diesem Versuche war die Temperatur des Zimmers 24° C.

J. Murray *) stellte Versuche über das Oxydiren von Gold an, und rieb Goldblättchen mit Speichel in einer gläsernen Reibschaale. Als er ein wenig Schwefelalkohol hinzuthat, und mit Reiben fortfuhr, so wurde die ganze Masse zu festem Eise.

Zufällig stand ein Glas Wasser auf dem Tische, und obgleich die Temperatur desselben einige Fahrenh. Grade unter dem natürlichen Froſtpunkte seyn mochte, so zeigte es doch keine Neigung zum Frieren. Als aber einige Tropfen Schwefelalkohol auf die Oberfläche gebracht wurden, so umzogen sie sich augenblicklich mit einer netzförmigen Hülle von Eisnadeln; von denselben als Mittelpunkten schossen durch das Wasser federartig gestaltete Aeste bis auf den Boden des Gefäßes herab, und die ganze Masse wurde fest. Inzwischen verdünstete der Schwefelalkohol, und während dieses Verdunstens zeigten sich die Eisnädelchen in den Farben des Sonnenspectrum in schöner Ordnung.

*) *Thomson's* Annals of Philosophy. N. XV. p. 235. überſ. in Gilbert's Annal. B. XLVIII. S. 180.

Ließ man ein einzelnes Tröpfchen vom Schwefelalkohol auf wenig Waſſer ſchwimmen, ſo äußerte ſich augenblicklich eine Erniedrigung der Temperatur, welche jedoch bey Tropfen, die ſo groß waren, daß ſie durch das Waſſer zu Boden ſanken, nicht wahrgenommen werden konnte, wofern nicht einzelne Theilchen an der Oberfläche des Waſſers ſchwimmen blieben.

Wenn ſich aber um die auf dem Waſſer ſchwimmenden Tröpfchen von Schwefelalkohol unten eine Eishülle gebildet hatte, und das Glas wurde hin und her bewegt, ſo daß die Tröpfchen aus ihren kleinen Eisſchaalen herausfließen mußten, ſo bildete ſich dann unter ihnen ſogleich ein neues Häutchen oder Eisſchälchen, aus welchem ſie ſich wieder durch Hin- und Herſchwanken heraustreiben ließen; und auf dieſe Art war man im Stande, dieſes Frieren des ſich berührenden Waſſers mehreremale hinter einander mit demſelben Tröpfchen Kohlenalkohols zu bewirken.

Kalcium (Kalcium) (N. A.). Dieſen Namen hat man demjenigen metalliſchen Körper beygelegt, welcher als Baſis der Kalkerde betrachtet wird. Mit Hülfe ſtarker Volta'ſcher Batterien hatte man nämlich entdeckt, daß alle bisher als einfache angenommene Erden, mithin auch die Kalkerde, aus einer eigenen metalliſchen Grundlage und Sauerſtoff zuſammengeſetzt ſind. Davy und Berzelius waren die erſten, welche das Kalcium aus der Kalkerde mit Hülfe einer galvaniſchen Batterie erhielten. Das Kalcium hat eine blendend weiße Farbe, und brennt, wenn es gelinde erhitzt wird.

Davy verſuchte, das Kalcium mit einer größern Menge Oxygen zu verbinden, als es in der Kalkerde ſich befindet, allein vergeblich.

Wenn Kalkerde in Verbindung mit Chlor ſtark erhitzt wird, ſo wird Oxygen ausgetrieben, und Chlor abſorbirt. Für jede zwey Theile Chlor, welche abſorbirt werden, wird ein Theil Oxygen dem Volumen nach ausgetrieben, ſo wie dies bey allen Zerſetzungen metalli-

scher Oxyde statt findet, von welchen die Metalle sich nur mit einem Verhältnisse Sauerstoff und Chlor verbinden.

Die daher entstehende Verbindung, welche unter dem Namen der trocknen, salzsauren Kalkerde bekannt ist, hält Davy für eine Zusammensetzung aus Chlor und Kalcium, weil seiner Meinung nach das Oxygen ausgetrieben, mithin die Kalkerde in den Zustand des Kalciums versetzt wurde, und nennt sie Kalkane. Ihre Eigenschaften sind folgende: sie ist eine halbdurchsichtige, krystallinische Substanz, welche in einer stark Rothglühehitze schmilzt, die Elektricität wird von ihr nicht geleitet, hat einen sehr bittern Geschmack, und absorbirt schnell Wasser aus der Atmosphäre. Im Wasser löst sie sich mit der größten Leichtigkeit auf. Wird diese Auflösung langsam abgedampft, so gewinnt man Krystalle, welche aus Kalkane, die mehr als den dritten Theil Wasser, dem Gewichte nach, enthalten, bestehen. Nach Hum. Davy ist das Verhältniß der Bestandtheile dieser Zusammensetzung 31 Chlor gegen 19 Kalcium.

M. s. Elements of chemical Philosophy, by Hum. Davy P. I. Vol. I. p. 345. Uebersetzung von F. Wolff B. I. S. 316 ff.

Kali, m. s. Laugensalze.

Kaleudoskop, Schönheitsrohr, Schönkucker. (Multiplicateur, Transfigurateur.) (N. A.) ist ein Werkzeug zur Erzeugung und Darstellung einer unendlichen Mannigfaltigkeit schöner Formen und Gestalten. Der Erfinder David Brewster hat daher diesem Werkzeuge von den griechischen καλος (schön), εἰδος (Gestalt) und σκοπεω (betrachten) den Namen Kaleudoskop gegeben. Die gewöhnlichste und gemeinste Einrichtung dieses Werkzeuges ist folgende: Zwey ebene Spiegel werden unter einem beliebigen gegen einander geneigten Winkel, an die innere hohle Seite eines entweder aus Pappe oder aus verzinntem Bleche verfertigten Rohres

befestiget; die eine Oeffnung des Rohres, durch welche man in die innere Höhlung desselben hineinsieht, wird so verschlossen, daß nur in der Mitte ein kleines rundes Loch zum hineinsehen bleibt; das andere Ende des Rohres wird durch ein matt geschliffenes, ebenes, rundes Glas geschlossen, mit welchem eine andere helle Glasscheibe parallel in dem innern Rohre so befestiget wird, daß sich zwischen dem Raume der beyden Glasscheiben die kleinen zu betrachtenden Gegenstände befinden, und die helle innere Glasscheibe unmittelbar an den Rand der Spiegel anstößt. In dem Zwischenraume der beyden Glasscheiben müssen aber auch die darin befindlichen kleinen Objecte eine freye Bewegung durch Schütteln oder Drehen der Röhre erlauben. Die Länge des Rohres muß natürlich auch so groß seyn, daß das Auge durch das kleine Loch in der Röhre die kleinen Gegenstände, welche in dem Zwischenraume der beyden Glasscheiben sich befinden, deutlich sehen kann. Daher wird gewöhnlich die Röhre 8 bis 10 Zoll lang seyn müssen.

Sind die kleinen Gegenstände kleine Stückchen von gefärbtem Glase, mannigfaltige gefärbte Glasröhrchen, Schmelz, Edelsteinstückchen, Stückchen von Spitzen oder Flor, dünne kurze Silber- und Golddrähte, klein zerschnittene Blumenblätter u. dergl. so geben sie für sich betrachtet eben kein wohlgefälliges Ansehen. Betrachtet man aber dieselben durch die kleine runde Oeffnung in dem Rohre, so können sie zufällig in einem Kreise ohne weitere Ordnung unter einander verbunden dem Auge sich darstellen; wird aber die Röhre gedrehet, so werden sie sich in mancherley unter einander ungemein verschiedenen symmetrischen sternartigen Kreisen zusammenlagern, bey fortwährender Drehung wieder im Mittelpunkte unter mancherley schönen Formen und Gestalten, alsdenn wieder am Umfange eines Kreises in eigenen symmetrischen Figuren sich vereinigen, so daß dies Instrument mit Recht den Namen Schönheitsrohr erhalten hat.

Auch könnte das Kaleudoſkop, wie ein Fernrohr, mit zwey in einander verſchiebbaren Röhren verfertiget werden, woran das eine eine Okularlinſe enthielte, um die Bilder nach Beſchaffenheit jedes Auges ſcharf begrenzt zu erblicken, welches beſonders zu einem gefälligen Eindrucke ſehr viel beyträgt. Auch ließen ſich wol zwey Glaslinſen ſo anbringen, daß dadurch eine Veränderung der Fokullänge zu Stande zu bringen. Hat das Inſtrument dieſe Einrichtung, ſo läßt es ſich auch auf entfernte Gegenſtände anwenden, welche alsdenn eben ſo zu einem ſymmetriſchen Gemälde gebraucht werden können, als wenn ſie ganz nahe an das Inſtrument gebracht wären.

Uebrigens kann das Kaleudoſkop zu mancherley Zwecken in Künſten und ſchönen Wiſſenſchaften gebraucht werden. So wird es von ausgezeichnetem Nutzen für Mahler, Bauverſtändige, Zimmerleute, Stukkaturarbeiter, Tiſchler, Cattundrucker, Teppichmacher, Porzellainmahler, und überhaupt bey Ausübung einer jeden Kunſt ſeyn, wo zierliche Muſter gebrauchet werden.

Wenn die beyden Spiegel unter einem ſolchen Winkel gegen einander geneigt ſind, welcher in vier rechten Winkel nach einer geraden Zahl enthalten iſt, z. B. unter 30°, ſo zeiget ſich, wie aus catoptriſchen Gründen hinreichend bekannt iſt, ſtatt des einen Kreisausſchnittes, ein 12 fächriger Kreis, deſſen 12 Ausſchnitte alle von gleicher Größe, nicht aber von gleicher Helligkeit ſind, ſondern von dem hellſten ab, welchen man durch die Oeffnung in dem Rohre vor ſich ſieht, nach beyden Seiten zu, von Ausſchnitt zu Ausſchnitt immer weniger hell, der 12te am dunkelſten erſcheinen. Dieſe Ausſchnitte ſieht man nämlich durch Spiegelung, die zwey dem wirklichen nächſten durch einmalige, die an dieſen gränzenden durch zweymalige, den 12ten durch 6 malige Spiegelung, und bey jeder Spiegelung geht Licht verlohren. Indem ſich nun die kleinen, vor den beyden Spiegeln liegenden, verſchiedentlich gefärbten

kleinen Gegenstände 12 mal wiederholt in einem Sternartigen Kreise an einander gefügt darstellen, entsteht Symmetrie, und die mancherley unendlich verschiedenen schönen Gestalten und Formen.

M. s. Gilbert's Annalen der Physik B. LIX. S. 341. ff.

Kalium, Potassium (Kalium potassium) (N. A.). Mit diesem Namen bezeichnet man die metallische Substanz, welche als Grundlage des Kali betrachtet wird. **Humphry Davy** hatte die wichtige Entdeckung über die Metallisation der Alkalien und der Erden gemacht. Dies geschah zuerst mit Hülfe einer starken galvanischen Batterie. Durch Einwirkung eines starken Galvanismus gewinnt man das Kalium auf folgende Art: man bringt ein dünnes Stück Kali zwischen zwey Platten von Platin, welche mit den beyden Enden einer starken galvanischen Batterie verbunden werden. Das Kali kommt sehr bald in Fluß, an der positiven Fläche sondert sich Sauerstoff ab, während an der negativen kleine metallische Kügelchen sich zeigen, welche eben das Kalium sind.

Den Herren **Gay-Lussac** und **Thenard** ist es aber auch zuerst gelungen, diese metallische Substanz durch chemische Mittel zu gewinnen *). Man nimmt nämlich einen Flintenlauf, dessen innere Fläche durchaus rein metallisch seyn muß, und giebt demselben eine doppelte Krümmung. Der Theil, welcher dem Ofenfeuer ausgesetzt wird, wird mit einem feuerfesten Kitt, aus 5 Theilen Sand und 1 Theile Thon, beschlagen. In diesen Theil des Flintenlaufs, welcher der Ofenhitze ausgesetzt wird, bringt man recht trockene sorgfältig gereinigte Eisenspäne. In das obere aus dem Ofen hervorragende Ende bringt man möglichst trockenes Kali, und verschließt dasselbe genau. Die Oeffnung am andern Ende des Rohres wird mit einem Kork,

*) Recherches physico-chymiques. Vol. I. p. 74. etc.

verschlossen, welcher ein in seiner Biegung mit einigen Queckſilbertropfen abgesperrtes gläsernes Sicherheitsrohr enthält. Der mit Kitt beſchlagene Theil wird im Kohlenfeuer mit Hülfe eines Gebläſes bis zur ſtärkſten Weißglühehitze gebracht. Dadurch geräth das Kali allmählig in Fluß, und tröpfelt langſam in den glühenden Theil der Röhre. In dieſer Temperatur, wo es dampfförmig überſteigt, entzieht demſelben das Eiſen den Sauerſtoff, und dabey geht viel Waſſerſtoffgas über. Das Kalium verdichtet ſich in der Röhre gerade da, wo ſie aus dem Ofen hervorragt, und man muß daher an dieſer Stelle gefliſſentlich mit Eis abkühlen.

Wenn die Gaserzeugung nachläßt, erwärmt man auch den Theil des Laufs, wo ſich das Kali befindet, um dieſes vollkommen in Fluß zu bringen; ſogleich geht die Gasentwickelung wieder lebhaft vor ſich. Der Prozeß iſt beendigt, wenn keine fernere Gaserzeugung ſtatt findet, und das Kali durch den Lauf gefloſſen iſt. Wenn der Flintenlauf vollkommen abgekühlet iſt, ſchneidet man ihn an der Stelle durch, wo ſich das Kalium angeſetzet hat, und tauchet dieſes Stück ſogleich in rectificirte Naphtha. Das Kalium läßt ſich nun mit einem Meiſel in Spänen herausbringen, welche im Oehle unterſinken. Die größere Menge des Kaliums iſt jedoch mit den Eiſenſpänen in Verbindung eingegangen.

Einige andere abgeänderte Methoden, das Kalium auf dem pyrotechniſchen Wege zu bereiten, haben außer deutſchen Chemikern Tennant α), Sementiri β), Curadeau γ) angegeben.

Das Kalium beſitzt ſehr merkwürdige Eigenſchaften. Es hat eine ſilberweiße Farbe, iſt feſt, weich wie Wachs, um $\frac{1}{10}$ ſpecifiſch leichter als Waſſer, und zieht bey gewöhnlicher Temperatur den Sauerſtoff aus der

α) Philosoph. Transact. for the year 1814. P. II. Annals of Philosophy by *T. Thomson* N. XXIX. p. 343.
β) Gilbert's Annalen d. Phyſik. B. XLVII. p. 225. ff.
γ) Gilbert's Annalen d. Phyſ. B. XLVII. S. 225. f.

Luft und dem Waſſer unter glänzender Lichtentwickelung an. Es ſchmilzt ſchon bey 150° Fahr. und wird bey ſchwacher Rothglühehitze in Dunſt verwandelt. Bey ſeinem Verbrennen in atmoſphäriſcher Luft entſteht eine ſchwere ſchmelzbare Subſtanz von grauer Farbe, welche waſſerfreyes Kali oder Potaſſiumoxyd genannt wird, und aus 37,5 Potaſſium und 7,5 Oxygen zuſammengeſetzt iſt.

Ob das Kalium ein einfacher Stoff, oder eine zuſammengeſetzte metalliſche Subſtanz ſey, darüber ſind die verſchiedenen Naturforſcher nicht einig. So glaubten Ritter, Dalton und mehrere andere, das Kalium ſey eine Verbindung aus Kali und Waſſerſtoff, eine Kali-Hydra.

Andere hingegen betrachteten das Kalium als eine Verbindung aus einer eigenthümlichen metalliſchen Baſis und Waſſerſtoff *).

Davy *) hatte ſogar die umfaſſende Idee, daß ſelbſt die ſchweren Metalle, den leichten oder Metalloiden gleich, aus metalliſchen Grundlagen unbekannter Art und Waſſerſtoff zuſammengeſetzt ſeyn möchten, und mithin, mit allen andern oxydirbaren Körpern, ihre Brennbarkeit nur allein dem Waſſerſtoff zu verdanken haben möchten. Endlich erhielt jene Vermuthung über die Zuſammenſetzung der Metalle einen neuen Reiz und eine neue Stütze durch die Erfahrung, daß nämlich in orginſchen Körpern, welche nach der Einäſcherung Alkalien und Metalloxyde liefern konnten, vorher auch nicht die mindeſte Spur von Alkalien zu entdecken war; denn nun ſchloß man, daß die Alkalien erſt während der Einäſcherung erzeugt, d. i. zuſammengeſetzt würden.

Alle Gründe, welche für dieſe Meynungen ſind aufgeſtellt worden, ſcheinen aber doch den neuern Erfahrungen zu Folge widerlegt werden zu können, beſonders

*) *Murray* Elements of Chimistry, the thrid edit. Vol. I. p. 217.
*) Hum. Davy Elemente des chemiſchen Theils der Naturw. überſ. v. F. Wolff B. I. S. 451.

da bey der Zerlegung aller zusammengesetzten Körper die Chemie in keinem Falle weiter zurückzugehen vermögend ist, als immer nur auf den metallischen Zustand. Man kann daher das Kalium als eine einfache Substanz betrachten.

Uebrigens ist die Entdeckung des Kaliums für die chemische Naturlehre überaus wichtig geworden, indem dasselbe seiner großen Verwandtschaft zum Sauerstoff wegen zur Desoxydation solcher Oxyde anderer Körper, die bisher auf keinem andern Wege (den elektrischen ausgenommen) zu reduciren waren, mit Vortheil angewendet werden kann. Wenn es daher nur erst möglich seyn kann, diesen metallischen Körper mit geringen Kosten und in gehöriger Quantität zu gewinnen, so wird die Chemie für analytische und technische Zwecke einen überaus wichtigen Körper besitzen.

M. s. Davy's Lecture on the decomposition of the fixed alkalies in den Philosophi. Transact. for the year 1808. übers. in Gilbert's Annalen der Physik. B. XXVII. S. 34. ff. S. 105. ff. Recherches physico-chimiques par M. N. Gay-Lussac et Thenard Vol. I. p. 74. Vol. II. p. 215. Gilbert's Annalen. B. XXXV. S. 179. B. XXXVI. S. 204. 217. 232. 247. B. XXXVII. S. 416. Schweigger's Journal. B. I. S. 331. 338. Klaproth und Wolff chemisches Wörterbuch. Supplem. II. S. 500 u. f.

Kalk (Zus. zu S. 62. Th. III.) Der gelöschte Kalk, welcher durch eine Verbindung mit einem Antheile Wasser eine Gewichtszunahme erhalten hat, wird von Proust als ein Hydrat betrachtet. Nach Dalton beträgt die Menge des Wassers, welche sich mit dem Kalk verbindet, um ihn in Hydrat zu verwandeln, 33 Procent. In der Folge der Zeit fängt er an, das Wasser gegen die Kohlensäure zu vertauschen.

Auch fand Dalton *), daß kaltes Wasser eine größere Menge Kalk auflöst, als warmes. Seine Erfahrungen zeigten, daß ein Theil Wasser auflöset

bey einer Temper. von 60° Fahr. $\frac{1}{778}$ Kalk $\frac{1}{548}$ Kalkhydrat
bey einer Temp. von 130° — $\frac{1}{927}$ — $\frac{1}{720}$ —
bey einer Temp. von 212° — $\frac{1}{1270}$ — $\frac{1}{952}$ —

Ferner bemerkte er, daß Kalkwasser, welches in einem tiefen, irdenen Gefäße mehrere Monate an der Luft gestanden hatte, noch $\frac{1}{800}$ seines Gewichtes Kalkerde enthielt.

Nach den neuern Erfahrungen ist der Kalk keine einfache Erde, sondern ein Metalloxyd. M. s. Kalcium. Den Versuchen der Herren Hum. Davy und Berzelius zu Folge scheint die Kalkerde aus 20 Kalcium und 7,5 Sauerstoff zu bestehen; oder aus 100 metallische Basis, und 37,5 Oxygen.

Die Verbindung, welche durch Einwirkung des Chlors auf den Kalk gebildet wird, und gewöhnlich trockne, salzsaure Kalkerde genennt wird, ist nach Davy, der sie Kalkane nennt, eine Verbindung von Kalcium und Chlor. Sie ist halbdurchsichtig, krystallinisch, schmilzt in der Rothglühehitze, leitet die Elektricität nicht, und hat einen sehr bittern Geschmack. Aus der Atmosphäre nimmt sie sehr schnell Feuchtigkeit auf, und löset sich im Wasser mit Leichtigkeit auf. Wenn man diese Auflösung bey einem niedrigen Wärmegrade abdampfet, so gewinnt man Krystalle, welche aus Kalkane, welche mit mehr als dem dritten Theile, dem Gewichte nach, verbunden ist, bestehen.

Nach Davy sind die Bestandtheile dieser Zusammensetzungen: 31 Chlor und 19 Kalcium β).

Kampfersäure (Zus. z. S. 78. Th. III.) Herr Prouſt hat gezeiget, daß man vortheilhaft den Kampfer

*) α) A new system of chemical Philosophy by John Dalton p. 508 übers. von Wolff B. II. S. 326. ff.

β) Davy elements of chemical Philosophy. Vol. I. p. 348 übers. von Wolff B. I. S. 318.

in Spanien aus dem Rosmarinöhl, Lavendelöhl, Majoranöhl und Salbeyöhl, in welchen er in beträchtlicher Menge enthalten ist, abscheiden könne. Bey anhaltendem Verdunsten, während eines Monates, in schicklichen Gefäßen, an der freyen Luft bey einer Temperatur von 19° bis 54° Fahr. geben diese Oehle folgendes Quantum an Kampfer dem Gewichte nach:

Lavendelöhl — $\frac{1}{4}$
Salbeyöhl — $\frac{1}{7}$
Majoranöhl — $\frac{1}{9}$
Rosmarinöhl — $\frac{1}{10}$

Im Lavendelöhl bildet sich der erste Absatz von Kampfer nach Verlauf von 24 Stunden. Er erscheint in in einander verschlungenen Blättern. Beträgt die Temperatur 65°, so wird der erste Kampfer schon nach Verlauf von 12 Stunden abgeschieden.

Wird der Kampfer in Lavendelöhl mit Hülfe einer gelinden Wärme aufgelöset, so fällt er beym Erkalten wieder zu Boden, und nimmt einen Theil des von Natur in dem Oehle enthaltenen Kampfers mit sich. Hieraus schließt Proust, daß das Lavendelöhl mit Kampfer gesättiget sey.

Aus dem Salbeyöhl erfolgt die Abscheidung des Kampfers später, die Krystalle haben aber dieselbe Gestalt. Dieses Oel läßt einen Rückstand, welcher dick wie ein Syrup ist. Um den niedergefallenen Kampfer zu gewinnen, muß man denselben auspressen.

Das Majoranöhl setzt den Kampfer noch später ab, am spätesten aber erfolgt die Abscheidung desselben aus dem Rosmarinöhl. Der aus diesen Oehlen gewonnene Kampfer hat nicht den Geruch derselben.

In der Folge versuchte Proust den Kampfer aus diesen Oehlen durch Destillation zu gewinnen. Er schüttelte das Oehl in einen Kolben, und destillirte in einem Wasserbade den dritten Theil des Oehls über. Hierauf ließ er den Apparat 12 Stunden lang stehen, worauf der Kampfer in Krystallen niederfiel, welche mit

einem Schaumlöffel hinweggenommen wurden. Drey Destillationen waren hinreichend, dem Oehle allen Kampfer zu entziehen; durch die erste Destillation wurde die Hälfte desselben erhalten.

Herr Thenard α) beschäftigte sich ebenfalls mit der künstlichen Erzeugung des Kampfers. Seinen Erfahrungen zu Folge hielt er den künstlichen Kampfer für eine Zusammensetzung aus dem wesentlichen Oehle und der Kampfersäure. Ein ähnliches Produkt erhielt er, als er Salzsäure auf andere wesentliche Oehle, als Citronenöhl und Lavendelöhl wirken ließ. Er vermuthet daher, daß der Kampfer, welcher zuweilen von diesen Oehlen abgesetzt wird, und selbst der Kampfer vom Laurus camphora, eine Verbindung eines wesentlichen Oehls mit einer vegatabilischen Säure seyn möchte.

(Zus. zu S. 79. Th. III.). Bouillon la Grange β) bemerkt gegen Dörffurt: daß zwischen Kampfersäure und Benzörsäure der wesentliche Unterschied statt finde, daß die Kampfersäure aus ihrer Auflösung in Alkohol durch Wasser nicht abgeschieden werde, welches dagegen bey der Benzörsäure erfolge.

Auch Herr Buchholz γ) hat durch seine Versuche gezeigt, daß die Kampfersäure eine eigenthümliche Säure sey.

Die Eigenschaften dieser Säure sind folgende: sie hat einen etwas sauren Geschmack, und färbt die Lackmustinktur roth; sie krystallisirt, und die ganze Masse der Krystalle ist den des salzsauren Ammoniaks ähnlich; die Krystalle zerfallen an der Luft; im kalten Wasser lösen sie sich schwer auf, im heißen aber leichter; auf glühenden Kohlen verbreitet sie einen dicken aromatischen Rauch und wird völlig verflüchtiget; destillirt man diese Säure an und für sich, so schmilzt sie erst, und subli-

α) Memoires d'Arcueil.
β) Annales de chimie To. XXIII. p. 157.
γ) Gren's Grundriß der Chemie, Ausgab. von Buchholz. Th. I. S. 592. ff.

mirt sich dann; der Schwefel wird durch sie nicht verändert; vom Alkohol, den Mineralsäuren, den fetten und flüchtigen Oehlen wird sie aufgelöset; mit den Erden, Alkalien und metallischen Substanzen bildet sie Salze von eigener Natur; auf Kalkwasser äußert sie keine Wirkung. Uebrigens läßt sie sich unter ganz andern Verhältnissen als die Benzörsäure sublimiren: 1. schwerer; 2. von ihr wird ein größerer Antheil zersetzt, und brenzliches Oehl von ausgezeichnet brenzlich-aromatischen, schwachrübenartigen Geruche, ferner eine saure Flüssigkeit und mehr Kohle dabey entwickelt; 3. hat das sublimirte wenig oder keine Neigung, sich in schönen, krystallinischen Gestalten zu verdichten, welche die Benzörsäure auszeichnen.

Die Kampfersäure zeigt gegen die Grundlagen der Salze ein anderes Neutralverhältniß, und liefert andere Salze mit andern Eigenschaften, als die übrigen Säuren, und besonders die Benzorsäure, wovon besonders die Verbindung mit Kalk ein ausgezeichnetes Beyspiel ist. Es bedürfen nämlich 100 Theile Kampfersäure zur völligen Neutralisirung 156 Theile kohlensauren Kalk, da eben so viel Benzorsäure nur 40 Theile davon nöthig hat u. s. w.

Kieselerde (Zus. zu S. 94. Th. III.). Nach Dalton ist das hier angegebene Verfahren nicht hinreichend, um völlig reine Kieselerde zu erhalten. Um sie rein darzustellen, muß man eine Mischung aus Schwefelsäure und flußsaurer Kalkerde aus gläsernen Gefäßen, oder mit einem Zusatz von gepulvertem Feuerstein destilliren, wodurch flußsaure Kieselerde in Gasform erzeugt wird. Dies Gas muß über Wasser aufgefangen werden, auf dessen Oberfläche sich dann eine Rinde, welche flußsaure Kieselerde ist, absetzen wird. Wenn diese Rinde durch Filtriren, oder auf andere Art hinweggenommen wurde, so sättiget man die klare Flüssigkeit mit Ammonium, worauf reine Kieselerde zu Boden

fällt. Diese stellt in der Rothglühehitze getrocknet ein schönes weißes Pulver dar.

Diejenige Kieselerde, welche durch Zersetzung der durch Zusammenschmelzen von Kieselerde und Alkali erhaltenen Verbindung dargestellt wird, ist nach Dalton Kieselerde mit einem Antheil Alkali verbunden; oder ein wahres Glas. Diese Behauptung gründet er auf mehrere von ihm angeführte Thatsachen.

Nachdem Davy die merkwürdige Entdeckung mit Hülfe einer sehr wirksamen galvanischen Batterie gemacht hatte, daß die Alkalien und die so genannten alkalischen Erden aus eigenthümlichen metallischen Grundlagen und Oxygen zusammengesetzt sind; so kam er auch auf den Gedanken, daß ebenfalls die eigentlichen, bis hieher als einfach angenommenen Erden, aus metallischen, mit Sauerstoff verbundenen Grundlagen bestehen möchten. Davy und mehrere andere Naturforscher hatten zwar mit der Volta'schen Säule Versuche hierüber angestellt, aber doch keine völlig befriedigende Resultate erhalten. Dadurch wurde Berzelius *) veranlaßt, besonders in Hinsicht der Kieselerde einen andern chemischen Weg einzuschlagen, um dadurch die Zusammensetzung derselben aus einem eigenthümlichen Metall und Sauerstoff auszumitteln. Er brachte zu dieser Absicht ein Gemenge aus Eisenfeile, Kohlenpulver und Kieselerde in verschlossene Tiegel, und setzte diese einem heftigen Gebläsefeuer aus; dadurch erhielt er vollkommen geschmolzene und zum Theil streckbare Eisen-Könige, welche, mit Säuren behandelt, jedesmal Kieselerde in bedeutender Menge zurückließen, und mit Schwefelsäure mehr Wasserstoffgas entbanden, als eine gleiche Menge reines Eisen unter denselben Umständen giebt. Berzelius glaubte aus diesem Verhalten der Eisen-Könige

*) Afhandlingar i Fysik, Kemi och Mineralogie Utgifne af *Hisinger* och *Berzelius* Tredje Delen. Stockholm 1810. 8. p. 117. ff.

schließen zu dürfen, daß die Kieselerde bey der Behandlung mit Kohlenstaub und Eisenfeilspähnen durch erstere reducirt worden sey, und sich in diesem reducirenden Zustande, mit dem Eisen und einem Antheile Kohle verbunden habe.

Herr Stromeyer *) zu Göttingen wurde durch die Versuche des Herrn Berzelius angereizt, dieselbe zu wiederholen. Im Allgemeinen wendete er dasselbe Verfahren an, welches Berzelius gebrauchte, nur nahm er statt Kohle Kienruß, weil er befürchtete, daß das in der Kohle befindliche Alkali sich zugleich mit reduciren, und die Eigenschaft der metallischen Verbindung der Kieselerde mit dem Eisen in etwas abändern möchte; so wie er fand, daß dasselbe Fluor enthielt, sobald zu dessen Gewinnung flußsäurehaltige Kieselerde angewendet war. Ueberdem wurde auch die Masse, wie bey Reductionen von Metalloxyden, noch mit etwas Leinöl angerührt. Er war so glücklich, mehrere Male Eisen-Könige von der Größe einer Erbse zu gewinnen. Sie variirten zwar in der Farbe, dem Glanze, der Härte und dem Gefüge ungemein; allein sie gaben doch durch gehörige Behandlung mit Säuren dieselben Resultate, wie sie Berzelius gefunden hatte. Herr Stromeyer glaubt daher zu dem Schluß berechtigt zu seyn, daß die mit Eisen und Kienruß behandelte Kieselerde wirklich zu einem Metalle reducirt sey, und sich in diesem Zustande zugleich mit etwas Kohlenstoff mit dem Eisen verbunden habe. Es ergab sich also hieraus, daß die Kieselerde wirklich aus einer eigenen metallischen Basis und dem Sauerstoffe zusammengesetzt sey.

Die Chemiker haben der metallischen Grundlage der Kieselerde den Namen Silicium (silicium) gegeben. Es ist daher die Kieselerde ein wahres Silicium-Oxyd. In 100 Gewichtstheilen enthält die Kieselerde

*) Gilbert's Annalen d. Physik. B. XXXVIII. S. 321 ff.

	nach Davy	nach Berzelius	nach Stromeyer
Silicium	50	49,70	46,007
Oxygen	50	30,30	53,993
	100	100	100

Klang (Zuſ. zu S. 583. Th. VI.) Herr Chladni hat ſeine Entdeckungen des Klanges in ein wiſſenſchaftliches Ganze unter dem Namen Akuſtik (mit Kupf. Leipz. 1802. 4.) zuſammengeſtellt, und dazu einige neue Beyträge zur Akuſtik (mit Steindr. Taf. Leipz. 1817. 4.) geliefert. Herr Oerſted *) hat mehrere Verſuche über die auf Scheiben entſtehenden Klangfiguren angeſtellt, und gefunden, daß Eiſenfeile den Vorzug vor Sand, ſo wie die Metallſcheiben vor Glasſcheiben zu genauen Verſuchen vorzuziehen ſind. Die Metallſcheiben tönen länger nach, und geben die Figuren auch dann, wenn man die Eiſenfeile erſt auf die bereits tönende Scheibe ſtreut. Zur genauen Ausmeſſung der Klangfiguren bedient man ſich nach Oerſted vortheilhaft quadratiſcher Meſſingſcheiben, welche faſt eine Linie dick ſind, und deren Seitenlinie 4 Zoll beträgt. Die Oberfläche einer ſolchen Scheibe wird zu dem Ende durch Linien, die mit den Seiten parallel gehen, in 1600 Quadrate eingetheilt, und um entweder ſelbſt beſtreut zur Schwingung gebracht, oder es wird die mit der Klangfigur verſehene Glastafel über die eingetheilte Metalltafel gelegt. Durch mehrere Verſuche mit dergleichen Scheiben gelangte Oerſted zu dem merkwürdigen Reſultate; daß einige Klangfiguren nicht, wie man nach Chladni ſonſt glaubte, aus geraden durchſchneidenden Linien, ſondern aus Hyperbeln entſtehen, die ſich begegnen; und daß die ſcheinbaren Winkel ebenfalls Hyperbeln ſind, welche entgegengeſetzte Scheitelpunkte haben. Wäre eine Scheibe darſtellbar, welche vollkommen elaſtiſch und folglich ſo biegſam, daß gar kein Wi-

*) Gehlen's Journal für Chemie, Phyſik und Miner. B. VIII. 24 Taf. f.

derstand da wäre, so würden Staublinien darauf mit den absolut ruhenden zusammenfallen, und mithin Dreyecke bilden. In der Wirklichkeit aber sind nur Annäherungen dieses denkbaren Falles möglich, und die Hyperbel ist der gewöhnlich hervorzubringende Kegelschnitt. Es könnte dieser Schnitt aber eben so gut mit der entgegengesetzten Seite des Kegels parallel gehen und dadurch eine Parabel bilden, oder die Axe perpendikulär oder schräg durchschneiden und so einen Kreis oder eine Ellipse bilden; Fälle, die wahrscheinlich auf sehr großen Scheiben entstehen, und so die Möglichkeit gewähren, alle Kegelschnitte in verschiedener Entfernung vom Mittelpunkte dargestellt zu finden. Durch wiederholte Striche mit dem Violinbogen rücken die Scheitelpunkte der Hyperbeln in den vorigen Fällen immer näher, jedoch ohne das völlige Verschwinden der Bögen zuzulassen. Gebraucht man zur Darstellung der Klangfiguren statt des Sandes u. s. Bärlappsaamen, so wird man dadurch in den Stand gesetzt, jene untergeordneten Schwingungen und Schwingungsknoten der Scheibe zu bemerken, die denen der mit Bärlappsaamen bestäubten klingenden Saite ähneln; und hyperbelförmige Stauberhöhungen bilden. Nach Oersted's Beobachtungen hängt der Staub in den Klangfiguren fester an der Tafel, als in den übrigen Stellen; ein Ankleben, welches mit der elektrischen Anziehung leichter Körperchen Aehnlichkeit hat. Oersted vermuthet, daß die Knotenstellen negativ elektrisch geworden sind, während die schwingenden (leeren) Stellen positiv elektrisch wurden.

Chladni hat einige neue Bemerkungen über länglich viereckige und elliptische Scheiben gemacht. Nicht allein an Quadratscheiben, sondern auch an Rectangelscheiben, lassen sich manche Schwingungsarten nie mit lauter geraden, mit den Seiten parallelen Linien hervorbringen, sondern sie zeigen sich auf zwey verschiedene Arten, nämlich so, daß die äußern Linien mehr ein-

wärts, oder daß sie mehr auswärts gebogen sind, und daß folglich die Figur im Ganzen entweder mehr concav, oder mehr convex erscheint. Der Ton einer concaven Figur ist jederzeit tiefer, als der Ton der convexen Figur auf derselben Stufe, d. h. bey derselben Zahl von Knotenlinien nach der einen und nach der andern Richtung. Eine solche Zerspaltung einer Schwingungsart in zwey findet nur an solchen Figuren Statt, wo die Knotenlinien 1 oder 2, oder 3 oder überhaupt eine ganze Zahl von Biegungen haben, nicht aber an solchen, wo $1\frac{1}{2}$, $2\frac{1}{2}$, $3\frac{1}{2}$ u. s. w. Biegungen vorhanden sind, weil in diesem Falle die Wirkung der Einbiegung an der einen Stelle durch die Wirkung der Ausbiegung an der andern aufgehoben wird, wie man denn auch solche Figuren ohne Veränderung des Tones durch kleine Verschiedenheiten der Haltungsstelle meistens eben sowohl geradlinig als verzerrt darstellen kann. An einer Quadratscheibe zeigt sich ein Daseyn zweyer verschiedenen Schwingungsarten auf den Stufen, wo die Summe der nach beyden Richtungen gehenden Knotenlinien eine gerade Zahl ist, wiewohl mit Ausnahme der Schwingungsarten, wo nach der einen Richtung so viele Linien gehen, als nach der andern; aber an länglich-viereckigen Scheiben von verschiedenen Verhältnissen der Länge zur Breite war Chladni noch nicht im Stande das allgemeine Gesetz anzugeben, nach welchem sich die Ordnung der doppelt vorhandenen Stufen richtet.

Bey den elliptischen Scheiben hatte Chladni gezeigt, wie die Schwingungsarten und die ihnen zukommenden Tonverhältnisse sich verändern, wenn die eine Axe beständig dieselbe bleibt, aber die andere immer kleiner und die Scheibe immer zu einer schmälern Ellipse wird. Aus seinen vielen angestellten Versuchen nebst den Vergleichungen der Resultate ergab sich das Naturgesetz, daß in den Verhältnissen der Axen 5:3; 8:3; 11:3; 14:3 u. s. w. oder überhaupt, wenn n von 2 an gerechnet, eine ganze Zahl bedeutet, $(3n-1):3$ die

Töne aller Schwingungsarten, wo Linien in die Länge (einen länglichen Kreis für zwey solche Linien gerechnet) vorhanden sind, nur eine einzige Reihe bilden, so daß, wenn man in dem Verhältnisse 5:3 die Wirkung einer Längenlinie als das doppelte einer Querlinie, in dem Verhältnisse 8:3 als das dreyfache, in dem von 11:3 als das vierfache u. s. f. ansieht, alle diejenigen Schwingungsarten einerley Ton geben, bey welchen die Summe der Linien (oder wenn Q Querlinien und L Längenlinien bedeutet, die Summe von $Q + nL$) dieselbe ist.

Bey Vergleichung dieser Reihe von Tönen mit den Tonverhältnissen einer runden Scheibe fand Chladni, daß jede der erstern solchen Reihen mit einer Reihe von Tönen einer runden Scheibe größtentheils übereinstimmt, und zwar auf folgende Art:

Reihe der Töne an einer elliptischen Scheibe in dem Verhältnisse der Axen		Reihe der Töne an einer runden Scheibe bey der Zahl der Kreislinien
5 : 3	=	I.
8 : 3	=	II.
11 : 3	=	III.

(Zus. zu S. 102. Th. III.). Daß jeder klingende Körper elastisch seyn müsse, ist bekannt genug. Eine allgemeine Uebersicht über die verschiedenen Arten der klingenden Körper hat Chladni in folgender Tabelle gegeben:

Klingende Körper können seyn
- durch Spannung elastisch
  - fadenförmig (Saiten) transversal
  - die können schwingen longitudinal
  - membranenförmig. (Pauken- und Trommelfelle, und andere gespannte Membranen).
- durch Druck elastisch. (die in Orgelpfeifen und andern Blasinstrumenten eingeschlossene Luft, welche longitudinalschwingungen macht)
- durch innere Steifigkeit elastisch
  - fadenförmig
    - gerade (Stäbe). Die Richtung der Schwingungen kann seyn
      - transversal
      - longitudinal dehnend
    - gekrümmt (Gabeln, Ringe u. s. w.,
  - membranenförmig
    - gerade (Scheiben)
    - gekrümmte (Glocken, Gefäße und andere krumme Flächen).

Herr Prof. Vieth hat bey Gelegenheit der Wiederholung der Chladni'schen Figuren mit Rectangelscheiben von Glas und Metall eine ihm sonderbar vorkommende akustische Entdeckung gemacht. Nachdem die Scheiben

gehörig gehalten und angeſchlagen werden, ſo geben dieſe außer dem erſten harten Schalle des Umſchlags einen ſanften flötenartigen Nachklang, welcher langſam abnimmt, und wenn er in einer Entfernung z. B. von 12 Zoll ſchon ganz verſchwunden iſt, in einer Nähe von 6 Zollen bis zu 1 Zolle noch wieder deutlich gehört wird. An dieſem leiſen Nachklange bemerkte Herr Vieth, daß es vor dem Ohre eine Stelle giebt, wo ein leiſer Klang nicht empfunden wird, ungeachtet derſelbe Klang in derſelben Entfernung außerhalb dieſer Gegend vollkommen hörbar iſt, — ungefähr ſo, wie nach dem bekannten Marittiſchen Verſuche auf der Netzhaut, des Auges die Stelle, wo der Sehenerve eintritt, nicht empfindet *).

Herr Prof. Hällſtröm *) zu Abo bemerkt, daß er die Wahrheit dieſer letzten Folgerung nach den von ihm gemachten Erfahrungen bey Wiederholung der Verſuche des Herrn Vieth bezweifeln müſſe. Er bemerkte nämlich, daß nicht allein in der Linie, welche Herr Vieth die akuſtiſche Axe nennt, der Ort liegt, wo der Nachklang nicht gehört wird, ſondern daß die Scheibe auch an jedem andern Orte ſo gehalten werden kann, daß man ihren Nachklang nicht hört. Der ganze Unterſchied, wovon dieſes abhängt, beruht nach Herrn Hällſtröm darauf, ob die verlängerte Ebene der Scheibe die Oeffnung des Ohrs trifft, oder ob ſie außerhalb derſelben das Ohr ſchneidet. Nur in dieſem letzten Falle wird der Nachklang gehört, im erſtern nicht.

Es ſtellen der kleine Kreis A (fig. 24) die Oeffnung des Ohrs, und die Linien BC, DE, FG, HK und LM die Durchſchnitte der klingenden Scheiben in verſchiedenen Lagen, mit Ebenen, die durch die Axe des Ohrs gehen, vor. Von dieſen Durchſchnittslinien treffen einige BC, DE, FG verlängert die Oeffnung des Ohrs; andere, HK und LM gehen vorbey. Nun lehrt

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XVII. S. 117. ff.

*) Ebendaſelbſt. B. XXV. S. 90. ff.

die Erfahrung, daß der Klang der Scheibe, welcher in den Lagen BC, DE und FG nicht gehört wird, wieder bemerkt werden kann, sobald die Scheibe in einer andern Lage, wie in HK oder LM, angeschlagen wird, wenn auch die Abstände AB, AD, AF, AH und AL gleich sind; und daß, wenn der Klang der Scheiben in den Bogen BC, DE und FG empfunden wird, er doch stets stärker in den Bogen HK und LM gehört wird.

Da nun der Ort, wo der Klang verschwindet, nicht allein in der sogenannten akustischen Axe liegt, sondern allenthalben außerhalb derselben seyn kann, so daß die Erscheinung nicht von dem Orte der Scheibe, sondern von ihrer Lage gegen das Ohr abhängt; so hält sich Herr Hällström überzeugt, daß sie nicht in einer unbekannten Einrichtung des Ohrs zu suchen ist, vermöge der es in einer gewissen Stelle nicht vom Schalle afficirt wird, sondern daß sie auf der eigenthümlichen Bewegungsart der Luft beruht, durch die der Klang dem Ohre zugeführt wird. Er hält es nämlich für gewiß, daß durch diesen Versuch bewiesen wird, daß die Luft nicht rings umher um einen klingenden Körper in gleichen Abständen mit gleicher Kraft und Geschwindigkeit bewegt wird, sondern daß hiebey ähnliche Schwingungsknoten statt finden, wie man sie in den festen klingenden Körpern beobachtet hat; d. h. Stellen, in welchen die Schwingungen der Luft entweder schwächer als an den übrigen Stellen sind, oder ganz fehlen; so daß, wenn das Ohr sich in ihnen befindet, der Klang schwächer oder gar nicht gehört wird.

Herr Hällström glaubt, diese Behauptung durch folgenden Versuch beweisen zu können: Er hatte das untere Ende einer ebenen Messingscheibe in Wasser getaucht (AB. Fig. 25.); möge ihren Durchschnitt mit der Oberfläche des Wassers vorstellen; und strich nun die Scheibe mit einem Bogen, so daß sie einen Ton gab. Wurde dieser Ton stark gehört, so erschienen

rund um die Scheibe Wellen ABCD, welche von den tönenden Schwingungen der Scheibe erzeugt wurden. Bey genauerer Betrachtung derselben fand er, daß diese Wellen an der Seite der Scheibe in D und C immer viel weiter sich verbreiteten, als in der verlängerten Durchschnittslinie in A und B. Bey schwächern Tönen erschienen in A und B gar keine Wellen, indessen sie in C und D noch sichtbar wurden.

Hieraus schließt Herr Hällström auf eine ähnliche Beschaffenheit der Schwingungen in der Luft. Denn bey gleichen Ursachen lassen sich gleiche Wirkungen erwarten, und er strich die Scheibe, als ein Theil derselben sich im Wasser befand, so, daß sie denselben Ton gab, den sie in der Luft beym Versuche mit dem verschwindenden Tone gegeben hatte; ein Umstand, woraus sich nach Chladni's akustischen Lehren mit Gewißheit schließen läßt, daß die Scheibe in beyden Fällen von gleichartigen Schwingungen bewegt wurde. Hieraus läßt sich mit Recht weiter folgern, daß auch die Wellen der Luft und des Wassers, welche durch diese Schwingungen erzeugt wurden, in beyden Fällen von gleicher Beschaffenheit seyn, und daß folglich auch die Erzitterung der Luft in D und C stärker seyn, und sich weiter verbreiten mußten, als die in A und B, wenn auch die Zahl der Schwingungen in gleicher Zeit rings umher in der Luft dieselbe war. In diesem Falle mußte aber nothwendig der Schall in der Richtung D und C stärker, als nach der Richtung A und B gehört werden, und in letzterer eher abnehmen als in ersterer, so daß in A und B kein Ton mehr gehört werden konnte, als er noch im C und D bemerkbar war.

Bey diesen Versuchen scheint kein anderer Unterschied zwischen Luft und Wasser statt zu finden, als der, welcher von der größern Beweglichkeit und Elasticität der Luft herrühret; sie kann aber keine andere Veränderung bewirken, als daß das vollkommener in der Luft geschieht,

was die Wellen auf der Oberfläche des Wassers unvollkommen zeigen.

Diesen Erörterungen zu Folge wird also ein Klingen der Scheibe, das nach den Richtungen um D und C noch vernehmbar ist, in den Richtungen A und B nicht gehört, weil die Luft nach diesen letztern Richtungen in Ruhe bleibt, während sie nach jenen Richtungen noch in Schwingungen versetzt wird.

Durch diesen Versuch scheint dem Herrn Hällström das neue, und so viel er wisse, bis jetzt von niemand beobachtete Gesetz erwiesen zu seyn; daß die Luft, welche den Schall eines Körpers fortpflanzt, in gleichen Entfernungen von dem schallenden Körper nicht allenthalben mit derselben Kraft bewegt wird, und daß in der elastischen Luft, welche den Schall fortpflanzt, eben so wie in schallenden elastischen, festen Körpern, gewisse Stellen bewegt werden, andere aber ruhen.

Hieher scheint ihm auch eine Erscheinung zu gehören, welche man an tönenden Glocken, die geschwungen werden, bemerkt. Man hört nämlich eine Verschiedenheit im Klange, nach Verschiedenheit der Lage der Glocke, je nachdem sie mehr horizontal oder mehr vertical ist. Dieß scheint ihm daher zu kommen, daß die Luft in gewissen Lagen mit geringerer, in andern mit größerer Gewalt bewegt wird. Besonders bemerkte er, daß der Ton, der von der äußern Fläche der Glocke herrühret, stärker gehört wird, als der Ton von der innern Fläche. Denkt man sich die Seitenfläche einer kegelförmigen Glocke ins unbestimmte erweitert, so hört man den Klang allenthalben außer diesem Kegel stärker, als in demselben. Herr Hällström hat selbst einen Unterschied unter kegelförmigen und cylindrischen Glocken bemerkt. In einer cylindrischen Glocke ist der Unterschied in der Stärke des Tons innerhalb und außerhalb der Glocke größer als in einer kegelförmigen, deren Seiten mit der verlängerten Axe einen Winkel von 100° machten. Bey keinen von ihnen aber konnte er ein solches Verschwin-

den des Tons in der Richtung der Seiten der Glocke bemerken, als man bey den Scheiben wahrnimmt.

Es scheint ihm diese Erscheinung auf folgende Art mit der vorhergehenden zusammen zu hängen, und aus der Art der Fortpflanzung des Schalls in der Richtung klingender Scheiben abgeleitet zu seyn. Ein schwächerer Klang verschwindet zwar ebenfalls in der Richtung der Seiten eines tönenden Kegels, er wird aber dann sogleich von den gegenüberstehenden Seitenwänden den Ohre zugeführt, so daß man so wenig an Glocken als an krummen Scheiben das Verschwinden des Tons an einer Stelle bemerken kann. Es scheinen auch die Schwingungen der Luft, die in den Richtungen senkrecht auf die tönenden Scheiben am stärksten erscheinen, wenn sie an Stellen entstehen, die sich einander gerade entgegengesetzt sind, und so in entgegengesetzter Richtung sich fortpflanzen, wechselseitig sich zu schwächen; ein Umstand, worin ihm die geringere Intensität des Klanges innerhalb der erweiterten Glocke, und die größere Stärke desselben außerhalb derselben abzuhängen scheint. Den Unterschied zwischen den cylindrischen und kegelförmigen Glocken möchte er daraus ableiten, daß die Schallstrahlen in dem Innern der letztern schiefer gegen einander stoßen, und daß sich daher die schwingende Bewegung der einander sich begegnenden weniger einander zu stören vermögen, als das in den cylindrischen Glocken der Fall ist.

Knallluftgebläse (N. A.) ist eine von **John Newmann** ausgeführte Vorrichtung, stark comprimirte Knallluft aus einer sehr engen Oeffnung ausströmen zu lassen; der vor dieser Oeffnung angebrannte Strahl brennt nur vor derselben, aber nicht rückwärts innerhalb des Gasbehälters. Im allgemeinen besteht Newmann's Gebläse aus einem parallelepipedischen vollkommen luftdicht verschlossenen Gefäße aus starkem Kupfer, 4 Zoll lang, 3 Zoll breit und 3 Zoll hoch; aus einer Compressionspumpe, um die Luft in dem Gefäße zu comprimiren; und aus einem Hahn und Löthrohr an der Seite

des Gefäßes, durch welchen man die Luft nach Willkühr stärker oder schwächer kann ausströmen lassen *). Damit die Entzündung des in dem gehörigen Verhältnisse aus Sauerstoff- und Wasserstoffgas bewirkten Gemenges durch Compression in dem kupfernen Gefäße völlig gefahrlos werde, so wird es nothwendig, jedes der Gase für sich zu comprimiren, alsdenn 1 Theil Sauerstoffgas in ein Rohr zu leiten, welches von einem zweyten Wasserstoffgas zuführendem Rohre umhüllt ist, während diese Hülle selbst wieder von einer dritten Sauerstoff entlassenden Röhrenhülle umgeben ist, und vorn alle drey in einander geschobenen Röhren in eine enge Röhre zusammen zu vereinigen, während jedes derselben hinterwärts mit einer eigenen sein Gas enthaltenden und comprimirenden Vorrichtung verbunden ist. **).

Daß das Verbrennen eines Gemisches von Sauerstoff- und Wasserstoffgas einen weit beträchtlichern Hitzgrad hervorbringen müsse, als das Verbrennen einer Kohle in Sauerstoffgas, ist leicht begreiflich; daher denn auch das Newmann'sche Gebläse viel mächtiger, als die bisher bekannten Sauerstoffgas-Gebläse, wirken muß. Es ist nämlich in einer elastisch-flüssigen verbrennlichen Materie eine beträchtliche Quantität Wärmestoff latent geworden; in keiner aber mehr, als in dem Wasserstoffgas, wie die ausnehmend große, specifische Elasticität dieses Gas beweiset. Wenn daher Wasserstoffgas in Sauerstoffgas verbrennt, so entwickeln sich zwey Quellen, aus welchen latenter Wärmestoff frey wird, nämlich aus Wasserstoff- und aus Sauerstoffgas, obgleich durch das Product des Verbrennens, dem Wasserdampf, ein Theil des frey gewordenen Wärmestoffs wieder verbraucht wird. Dagegen öffnet sich beym Verbrennen der Kohle in Sauerstoffgas nur eine einzige Wärmequelle, und es wird

*) *Brande's* journal of scienc. and the arts. 1816. III. frey bearbeitet und erläutert in Gilbert's Annalen der Physik. B. LV. S. 3. ff.

**) Der Gewerbsfreund von Kastner. III.

zugleich ein weit größerer Theil dieser freyen Wärme durch Erzeugung von Kohlensäure wieder latent, als beym Verbrennen des Wasserstoffgas in Sauerstoffgas. Soll aber bey dem Newmann'schen Gebläse die volle Wirksamkeit der beym Abbrennen des chemischen Gas frey gewordene Wärme Statt finden, so müssen sich die beyden aus dem Gasbehälter blasenden Gasarten im Brennen ganz zerstören, so daß ein Körper, den man an die Spitze des entzündeten Gasstroms hält, ganz allein von freyer Wärme in höchster Intensität, und von eben so heißen Wasserdampf angegriffen wird.

Ist das Knallgas in dem Behältnisse des Gebläses bis zum doppelten Luftdrucke verdichtet, so hat es die 9 fache Dichtigkeit und Spannkraft, als wenn es unter dem Drucke einer Wassersäule von 3½ Fuß Höhe stände; und aus der sehr engen Blaseröhre muß es dann beym Oeffnen des Hahns in die atmosphärische Luft mit einer dreymal größern Geschwindigkeit dringen, als es geschehen würde, wenn sich das Knallgas nur durch eine 3½ Fuß hohe Wassersäule verdichtet befände. Und da das Knallgas mehr als 9 mal specifisch leichter als Sauerstoffgas ist, so muß das Newmann'sche Gebläse anfangs mit einer mehr als 9 mal so großen Geschwindigkeit als ein gewöhnliches Sauerstoffgas-Gebläse mit einer 3½ Fuß hohen verdichtenden Wassersäule das Gas herausblasen. Es wird daher in derselben Zeit der Körper, auf welchen geblasen wird, schon allein aus diesem Grunde bey einerley Weite der Blaseröhre beyder Gebläse in ersterm von 9 mal mehr Wärme, oder bey einer 3 mal größern Weite der Röhre des Sauerstoffgas-Gebläses dennoch von gleichen Quantitäten Hitze ergriffen.

Hieraus ergibt sich also, daß die Wirkung des Newmann'schen Knallgebläses von außerordentlicher Wirkung seyn müsse, wie auch die Versuche damit hinreichend bewiesen haben.

Der erste, welcher die beyden Gasarten, das Wasserstoffgas und das Sauerstoffgas, zu dem Zweck ge-

brauchte, um die Wirkung des Löthrohrs zu verstärken, war Robert Hare der Jüngere, Prof. der Physik zu Philadelphia, im Jahre 1802 α). Das Newmann'sche Gebläse wurde zuerst in Cambridge bekannt, und Herr D. Ed. Clarke hat mit selbigen sehr merkwürdige Versuche angestellt. Fast alle Mineralien wurden in sehr kurzer Zeit geschmolzen; die Metalle schmelzten augenblicklich, und verflüchtigten sich alsdenn. Auch die Alkalien und Erden schmelzten sehr schnell, und erstere wurden so schnell verflüchtigt, daß sie fast in dem nämlichen Augenblicke, als sie mit der Flamme in Berührung kamen, verschwanden; bey letztern aber zeigten sich offenbar metallische Spuren. Einer der merkwürdigsten Erfolge welche durch das Newmann'sche Gebläse erhalten wurde, war die Verwandlung der Meteorsteine in Eisen. Herr Clarke bemerkt daher zuletzt noch, daß dies Gebläse eine der wichtigsten Entdeckungen für Mineralogie und Chemie ist, welche je gemacht ist. Da sich mit diesem Gebläse die Versuche mit großer Bequemlichkeit anstellen, und auch sogleich willkührlich unterbrechen lassen, so daß man alle Veränderungen genau beobachten, und den allmähligen Fortgang jeder Zerlegung vollkommen wahrnehmen kann, so erhält dieser Apparat einen Vorzug vor meheren bisher gebrauchten. Ueberdem giebt er einen Grad der Hitze, welcher den übertrifft, den man mit der mächtigsten galvanischen Batterie erhalten kann.

Knallqueckſilber (Mercurius fulminans, Mercure fulminant) (N. A.). Dieſe Subſtanz iſt eine von Edw. Howard gemachte Entdeckung β), die nach vielen Verſuchen auf folgende Art am beſten erhalten wird. Man löſet 100 Gran Queckſilber in der Wärme in $1\frac{1}{2}$ Unzen Salpeterſäure vom ſpecifiſchen Gewichte 1,3 auf, und gießt dieſe Auflöſung, nachdem ſie kalt

α) Annales de chimie. Tom. 45.

β) Philosoph. Transact. of the Roy. society of Lond. for 1800.

geworden ist, auf zwey Unzen Alkohol, vom specifischen Gewichte 0,849, die man zuvor in ein schickliches Glasgefäß gegossen hat. Dieses bringe man hierauf in eine mäßige Wärme, bis das Aufbrausen beginnt. Es wallt nun ein weißer Dampf über der Oberfläche der Flüssigkeit hin und her, und wenn die Wirkung und Gegenwirkung aufhört, fängt das explodirende Präcipitat an, sich allmählig niederzuschlagen. Dieser Niederschlag muß sogleich in ein Filtrum gesammelt, mit destillirtem Wasser wohl gewaschen, und in einer Hitze, welche die eines Wasserbades nicht sehr übersteigen darf, sorgfältig getrocknet werden; daß das Pulver unmittelbar ausgesüßt werde, ist wesentlich nothwendig, weil die Salpetersäure darauf wirkt, und wenn etwas von dieser Säure daran adhärirt, das Licht darauf großen Einfluß hat. Das Pulver, welches auf die angeführte Art erhalten wird, besteht aus kleinen Krystallen und besitzt folgende Eigenschaften: wird es bis auf eine Temperatur von 368° Fahr. (149⅓° Reaum.) gebracht, so detonirt es mit Lebhaftigkeit; aus diesem Grunde nannte es Howard Knallqueckſilber. Dieselbe Wirkung erfolgt durchs Reiben, durch einen Schlag mit dem Hammer, durch Electricität, und durch einen Funken mittelst Stahl und Feuerstein. Die Produkte nach dem Verbrennen sind: kohlensaures Gas, Stickgas, Wasser und Quecksilber. Es bringt sehr heftige Wirkungen hervor, nur ist sein Wirkungskreis sehr beschränkt. Wenn man concentrirte Schwefelsäure darauf gießt, so erfolgt unmittelbar eine Explosion; dagegen wird durch verdünnte Schwefelsäure nur ein starkes Erhitzen und Gasentbindung, aber keine Explosion hervorgebracht. Das Gas ist eine Mischung aus kohlensaurem Gas und eine eigenthümlichen entzündlichen Gas, welches mit grünlicher Flamme brennt. Es kommt dieses Gas völlig mit demjenigen überein, in welches das ätherhaltige Salpetergas durch Einwirkung der verdünnten Schwefelsäure verwandelt wird. In der Schwefelsäure bleibt ein weißes Pulver zurück, welches

aus kleesaurem Queckſilber und wenigen Queckſilberkügelchen beſteht.

Howard folgerte aus ſeinen Verſuchen, daß das Knallqueckſilber zuſammengeſetzt ſey aus kleesaurem Queckſilber und ätherhaltigem Salpetergas. Er giebt das Verhältniß der Beſtandtheile in 100 Theilen folgender Maßen an: 21,28 Kleeſäure, 64,72 Queckſilber, 14 ätherhaltiges Salpetergas mit einem Ueberſchuß von Sauerſtoff.

Nach Herrn Bertholet beſteht das Knallqueckſilber aus Ammoniak, Queckſilber im Maximo, und in einer ſehr leicht zerſetzbaren Subſtanz, die er dem Alkohol der Natur nach verwandt glaubt, und welche durch ſchwache Schwefelſäure, die auf das Präparat einwirkt, ſich in kohlenſaures Gas, und Kohlen-Waſſerſtoffgas verwandelt. Von Sauerkleeſäure fand er keine Spur. Nachher hat Herr Fourcroy gezeigt, daß die Natur des Präparats nach Verſchiedenheit des Hitzgrades, in welchem es bereitet worden, verſchieden iſt. Giebt man ſo wenig Hitze, wie nach Howard's Verfahrungsart, ſo beſteht es aus Salpeterſäure, Queckſilberoxyd und einer vegetabiliſchen Subſtanz eigener Art. Fährt man während der ganzen Zeit des Aufbrauſens fort, Hitze zu geben, ſo wird der Niederſchlag, der ſich abſetzt, grünlich, detonirt ſchwächer, brennt auf Kohlen mit blauer Flamme, und beſteht aus Ammoniak, Queckſilberoxyd und einem größern Antheile jenes eigenthümlichen Pflanzenſtoffs. Läßt man die Mengung eine halbe Stunde lang kochen, ſo beſteht das Pulver aus ſauerkleeſaurem Queckſilber und ſehr wenig des Pflanzenſtoffs; dann detonirt es nicht beym Erhitzen, ſondern verkniſtert blos.

Fourcroy hat noch eine andere Art von zerplatzenden Queckſilber entdeckt. Man gewinnt es, wenn man eine concentrirte Auflöſung des Ammoniums in Waſſer mit rothem Queckſilberoxyd digerirt. Dauert der Prozeß acht bis zehn Tage, ſo nimmt das Oxyd nach und nach eine ſchöne weiße Farbe an, und wird zuletzt mit kleinen

metalliniſchen Schuppen bedeckt. In dieſem Zuſtande detonirt es auf glühenden Kohlen eben ſo wie Knallgold. In einigen Tagen verliert es ſeine knallende Eigenſchaft und zerſetzt ſich freywillig. Wird es ſchwach erwärmt, ſo entweicht das Ammonium und das rothe Oxyd erhält ſein erſtes Anſehn wieder.

M. ſ. chemiſches Wörterbuch von Klaproth und Wolf. Art. Knallqueckſilber. Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXXVII. S. 75 ff.

Knallſilber (Zuſ. z. S. 125. Th. III.) Hr. Brugnatelli giebt folgende Vorſchriften zur Bereitung eines knallenden kleeſauren Silbers *). Man nimmt 100 Gran gepulverten Höllenſtein, ſchüttet ihn in ein Bierglas und gießt zuerſt eine Unze Alkohol und nachher eben ſo viel concentrirte ſalpetrige Säure darauf. Das Gemenge erhitzt ſich, kommt zum Sieden, und es bildet ſich augenſcheinlich Aether, der ſich in Gasform ſetzt. Das Gemenge wird nach und nach milchich und undurchſichtig und füllt ſich mit kleinen ſehr weißen Flecken an. Wenn das ſämmtliche graue Pulver des Höllenſteins dieſe Form angenommen, und die Flüſſigkeit Conſiſtenz erhalten hat, ſo ſetzt man ohne Aufſchub deſtillirtes Waſſer zu, damit das Sieden aufhöre, und die Materie nicht wieder aufgelöſt werde, und man weiter nichts als eine Silberauflöſung zurück erhalte. Man erhält etwas mehr als die Hälfte des angewandten Höllenſteins. Die Stärke der Verpuffung dieſer Subſtanz übertrifft ſelbſt bey viel kleinerer Menge die des Howard'ſchen Knallqueckſilbers. Sie verpufft auf eine fürchterliche Art, wenn man ſie kaum mit einem Glasſtabe berührt, den man in concentrirte Schwefelſäure getaucht hat. Ein Gran davon auf eine glühende Kohle geſchüttet gab einen ſo ſtarken Schlag, daß er die Ohren der Umſtehenden betäubte. Das nämliche erfolgt, wenn

*) Neues allgemeines Journal der Chemie. B. I. S. 665.

man etwas davon vermittelst eines Stückchens Papier auf eine elektrische Säule legt, und mit einer Metallplatte einen Funken daraus zieht. Das Papier wird entweder zerrissen oder durchlöchert.

Wahrscheinlich bedient man sich Brugnatelli's Knallsilber zur Verfertigung der knallenden Fidibus.

Kohle (Zus. z. S. 587. Th. VI.). Daß die Kohle mehrere Gasarten absorbirt, haben schon Fontana, Scheele, Priestley und Morveau bemerkt. Der Graf von Morozzo, van Noorden und Rouppe haben diese Versuche weiter verfolgt. Neuere merkwürdige Versuche über die Absorption der Gasarten durch Kohle sind vom Theod. de Saussüre *) angestellt worden. Die glühende Kohle wurde unter Queckſilber getaucht, und nachdem sie sich abgekühlt hatte, in das zu absorbirende Gas gebracht, ohne mit der atmosphärischen Luft in Berührung zu kommen. Alle Versuche wurden mit Kohle von Buchsbaumholze angestellt; denn ihr Verdichtungsvermögen ist nicht allein vorzüglich stark, sondern sie nimmt auch bey diesem Ablöschen nur so wenig Queckſilber in sich auf, daß sie immer noch leicht genug bleibt, um auf dem Wasser zu schwimmen.

Die folgenden Versuche wurden bey einer Temperatur von 52 bis 55° Fahr. und unter einem Luftdruck von ungefähr 26 Zoll 8,95 Linien angestellt. Die Angaben sind fast durchgängig ein Mittel aus mehreren Beobachtungen; denn zwey Stücke von einer und derselben Kohle zeigen, auch im nämlichen Gas, selten gleiche Absorptionen. Die Zahlen, welche die Absorption eines jeden Gases angeben, beziehen sich auf das Volumen der Kohle, als Einheit angenommen.

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XLVII. S. 113. ff.

Kohle von Buchsbaumholz absorbirt

von	ihr Volumen
Ammoniakgas	90 Mal
salzsaurem Gas	85 "
schweflichsaurem Gas	65 "
Schwefel-Wasserstoffgas	55 "
oxydirtem Stickgas	40 "
kohlensaurem Gas	35 "
ölerzeugendem Gas	35 "
gasförmigen Kohlenstoffoxyd	9,42 "
Sauerstoffgas	9,25 "
Stickgas	7,5 "
oxydirtem Kohlen-Wasserstoffgas	5 "
Wasserstoffgas	1,75 "

Von Salpetergas verschluckt Buchsbaumkohle 38 Mal ihr Volumen, zersetzt aber dabey einen Theil dieses Gas, daher dies Resultat mit den vorigen nicht zusammengestellt werden darf.

Bey allen diesen Gasarten war die Absorption in 24 oder 36 Stunden beendigt, so daß ein längeres Verweilen der Kohle in dem Gas sie nicht im mindesten vergrößerte. Nur das Sauerstoffgas macht hievon eine Ausnahme, indem die Absorption mehrere Jahre lang fortzugehen scheint. Es bildet sich nämlich hier allmählig etwas kohlensaures Gas, wovon die Kohle eine weit größere Menge als von dem Sauerstoffe absorbirt. Diese Gasbildung geht bey der gewöhnlichen Lufttemperatur so langsam vor sich, daß erst nach vielen Jahren so vieles kohlensaures Gas erzeugt wird, als nöthig ist, um die Kohle damit zu sättigen.

Bey der Absorption der Gasarten entbindet sich eine oft dem Gefühle bemerkliche Wärme, welche mit der Verschluckbarkeit des Gases zu wachsen scheint.

Unter den wissenswürdigsten Eigenschaften, welche die mit Gas imprägnirten Kohlen darbieten, ist eine der merkwürdigsten die, welche man wahrnimmt, wenn das absorbirte Gas Schwefel-Wasserstoffgas ist, und

hierauf die Kohlen mit Sauerstoffgas oder atmosphärischer Luft in Berührung gebracht wird. Der Schwefel-Wasserstoff wird in kurzer Zeit zersetzt, es entsteht Wasser, Schwefel, und es entwickelt sich so viel Wärme, daß die Kohle davon ganz warm wird. Es würde die Verbrennung des Wasserstoffs nicht statt finden, wenn er frey, oder nicht mit Schwefel verbunden wäre. Diese Erscheinungen erfolgen nur, wenn die Kohle vor oder während ihre Einsetzung in das Gas trocken ist.

Bringt man Kohlen, welche mit Gas imprägnirt sind, in Wasser, so wird das Gas mit einer solchen Gewalt ausgetrieben, daß in verschlossenen Gefäßen und bey hinreichender Kohle das ausgeschiedene Gas bedeutend comprimirt ist.

Recht gut ausgeglühete Kohle hat die merkwürdige Eigenschaft, daß sie der Fäulniß thierischer Substanzen widersteht, dieselbe zum Theil in einigen Fällen, wenn sie schon eingetreten, unterdrückt, und endlich das Vermögen besitzt, elastische und tropfbare Flüssigkeiten, welche mit frembartigen, riechenden, schmeckenden und färbenden Stoffen, organischen Ursprungs, geschwängert sind, zu reinigen, und geruch-, geschmack- und farbenlos zu machen. Man benutzt diese letzten Eigenschaften der Kohle 1. um Fleisch und Wasser (letzteres in inwendig verkohlten Fässern aufbewahrend) auf Seereisen vor Fäulniß zu schützen, oder wieder genießbar zu machen, wenn jene angehoben hat; 2. um gefärbte Salzauflösungen zu entfärben; 3. um Getreidebranntwein zu entfuseln; 4. ranzig gewordene Butter oder anderes Fett durchs Kochen mit Kohle wieder genießbar zu machen; 5. übelriechende oder mit Krankheitsstoffen geschwängerte Luft zu reinigen u. s. f.

Daß in der reinen Kohle Wasserstoff, wiewohl nur in sehr geringer Menge, enthalten sey, lehren neuere Versuche von Davy und andern Chemikern.

Doebereiner *) stellte mehrere Versuche an, um das Verhältniß des Wasserstoffs in der Pflanzenkohle auszumitteln. Er glühete Kupferfeile so lange in einem offenen Tiegel, bis sie sich in eine schwarzblasgraue, pulverige Substanz verwandelt hatte. Von diesem völlig wasserfreyen Kupferoxyd wurden 450 Gran mit 36 Gran stark geglüheter Fichtenkohle heiß zusammengerieben, und in einer an dem einen Ende zugeschmolzenen Glasröhre, deren anderes Ende mit einer genau abgewogenen tubulirten Glaskugel verbunden war, stark erhitzt. Es bildeten sich 4,1 Gran Wasser. In einem andern ähnlichen Versuche entstanden 4,2 Gran Wasser. Hieraus ergab sich für die geglühete Holzkohle die Zusammensetzung

	dem Gewichte nach	dem Volumen nach
Kohlenstoff	34,2 oder 68,4	9
Wasserstoff	0,5 — 1,0	1

Ungeglühete Holzkohle auf ähnliche Art behandelt, gab folgendes Verhältniß der Bestandtheile:

	dem Gewichte nach	dem Volumen nach
Kohlenstoff	34,2 oder 68,4	9
Wasserstoff	0,75 — 1,5	1

Graphit auf eine ähnliche Art, wie Kohle, behandelt, gab keine Spur von Wasser, enthielt folglich keinen Wasserstoff.

Kohlenstoff (Zus. z. S. 590. Th. VI.). Man hatte bisher diesen Stoff als eine einfache Substanz, als die Grundlage einer eigenen Säure angenommen. Doebereiner hält denselben aber vermöge seiner Erfahrung für eine Substanz metallischer Natur, und nennt sie Carbon. Wird in einem fein zertheilten Zustande die gut ausgeglüheten Kohle mit ihrem gleichen Gewichte Manganoxyd's und zwey Theilen metallischen Eisens mehrere Stunden lang der Weißglühehitze ausge-

*) Neues Journal für Chemie und Physik. B. XVI. S. 92 ff.

seßt, so wird der Kohle der Wasserstoff entzogen, und der Kohlenstoff verbindet sich mit etwas Eisen chemisch, wodurch er so verdichtet wird, daß er als eine stark glänzende metallische Substanz von schwarzgrauer Farbe in Blättchen erscheint. Durch wiederholte und abwechselnde Behandlung mit Königswasser und liquider Salzsäure läßt sich das Carbon vom Eisen befreyen und rein darstellen. Gründe für die Metalleität des reinen Kohlenstoffs fand Doebereiner in dem starken Glanze, der Undurchsichtigkeit, Oxydirbarkeit und dem Vermögen, die Elektricität zu leiten. Schon der Umstand, daß sich der Kohlenstoff mit dem Eisen und mehreren andern Metallen verbindet, und mit jenem eine Verbindung (Stahl) darstellt, welche gewissermaßen edler und metallischer als reines Eisen ist, hatte bey ihm längst die Vermuthung erregt, daß der Kohlenstoff metallischer Natur sey.

Herr Klaproth *) bemerkt hiebey, daß noch genauere und mehr vervielfältigte Versuche nöthig sind, ehe man mit Bestimmtheit über diesen Gegenstand ein Urtheil fällen kann.

Kometen (Zus. z. S. 142. Th. III.). Daß in unsern Zeiten auch von den weniger Gebildeten bey Erscheinungen solcher Himmelskörper auf die alten unglücklichen zum Theil sehr abgeschmackten Vorbedeutungen nicht mehr so sehr Rücksicht genommen wird, ist sehr erfreulich. Ob aber diese Körper auf die Witterung unserer Erde, und manche davon herrührende Erscheinungen einigen Einfluß haben, möchte wohl eine andere Frage seyn. Es ist freylich Schade, daß man in den frühern Zeiten, in welchen bedeutende Kometen erschienen sind, hievon keine Beobachtungen aufgezeichnet finden, um sie gehörig mit denjenigen vergleichen zu können, die in den neuern Zeiten darüber gemacht werden könnten. Besonders auffallend war die Witterung, welche das Jahr

*) Chemisches Wörterbuch der Supplem. B. II. S. 613.

1811, wo sich der bekannte große Komet zeigte, begleitete, und der Herr Prof. Boeckmann bemerkt in seinen zu Carlsruhe gemachten Witterungsbeobachtungen des Jahres 1811 α), daß sich während dieses Jahres zu verschiedenen Zeiten hier und da Erdbeben und Höhenrauch statt gefunden, und der Vesuv und Aetna sich unruhig gezeigt habe. Die Ursache davon, fügt er hinzu, möchte wohl vielleicht in den beyden Kometen zu suchen seyn. Es sey Manchen bekannt, was Physiker und Astronomen dagegen erwiedern dürften; wie geringe seyn aber unsere Kenntnisse von diesen Körpern? Vermöchten wir ihren Einfluß zu schätzen, oder gar in Rechnung zu nehmen? Auch die Witterung des Sommers von 1807 sey ungewöhnlich warm gewesen, während zu gleicher Zeit ein bedeutender Komet in seiner Sonnennähe, und den Erdbewohnern sichtbar gewesen sey. Wenn man die frühern Jahre, in welchen bedeutende Kometen erschienen wären, mit der Witterung in selbigen genau vergleichen könnte, und dies in der Folge bestimmter geschehen werde, so würden wir vermuthlich zu richtigern Ansichten gelangen.

Auch Herr Mathieu de Dombasle in einem Schreiben an Herrn Pictet führt an β), daß es ihm sehr natürlich scheine, die Ursache eines so außerordentlich merkwürdigen Jahres in irgend einem ungewöhnlichen Umstand zu suchen. Es seyn vielleicht einige geneigt, den Kometen einigen Antheil daran zuzuschreiben, doch pflege man eine so unphilosophische Idee uns unter vier Augen und mit einiger Scham zu äußern, weil sogleich die niederschmetternde Frage erfolge: wie denn der Komet einen Einfluß auf die Wärme oder Feuchtigkeit unserer Atmosphäre äußern könne? Wenn man aber auch darauf antworte, davon wisse man nichts: sey dies denn aber genug, einen solchen Einfluß zu läugnen? Ehe wir nicht

α) Gilbert's Annalen der Physik. B. XLI. S. 87.

β) Biblioth. britanniq. Nov. 1811. zusammengezogen in Gilbert's Annalen der Physik. B. XLI. S. 89.

etwas Gewisseres über die Natur des Schweifes, der einen so ungeheuren Himmelsraum einnehme, wüßten, ließe sich über den Einfluß, den er auf andere Himmelskörper äußere, und über die Weiten, bis auf welche er ihn erstrecken könne, nichts festsetzen. Wenn man diesen unermeßlichen Strom von Licht, und die einzelnen Lichtbündel, welche sich momentan davon ablößten, betrachte, könne man sich des Gedankens an eine Analogie derselben mit mehreren bekannten elektrischen Phänomenen nicht erwehren, und werde man geneigt, den Kometen für einen ungeheuren Heerd von Elektricität zu halten, der seine Wirkungen bis auf Fernen erstrecke, welche seiner Masse proportional seyn.

So wenig wir von der Wirkungsart der Elektricität auf die Körper wüßten, welche unsere Atmosphäre ausmachten, und von den Veränderungen, welche sie im Luftkreise hervorbringe, so lasse sich doch gar nicht zweifeln, daß sie in den mehresten meteorologischen Erscheinungen eine Hauptrolle spiele. Die neuern Entdeckungen über die chemischen Wirkungen der Elektricität schienen uns hier auf den richtigen Weg zu bringen. Wir fiengen an die elektrische Flüssigkeit als Ursache oder als Wirkung in allen Zusammensetzungen und Zersetzungen der Körper zu erblicken, und schon müßten wir jede chemische Wirkung zugleich als eine elektrische betrachten. Die Zeit sey nicht mehr entfernt, wo wir endlich die Rolle würden aufgedeckt sehen, welche die Elektricität in der Zusammensetzung und in der Zersetzung des atmosphärischen Wassers spiele, ohne deren Kenntniß so viele meteorologische Thatsachen unerklärlich schienen.

(Zus. z. S. 148. B. III.) Herr Chladni *) führt bey Gelegenheit einiger kosmologischen Ideen über die Vermehrung und Verminderung der Masse eines Weltkörpers an, daß auch wohl bey den meisten Kometen, welche vielleicht nicht zu dem beständigen Gefolge unserer

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XIX. S. 274. Anmerk.

Sonne gehörten, sondern nur einer Wurfsbewegung folgten, bey zufälliger Annäherung zur Sonne ihre Bahn durch Anziehung paraboliſch gekrümmt werde, ſo daß man bey den meiſten wohl vergebens auf eine Rückkehr warten möchte. Bey dem einen, der zurückgekehrt ſey, und vielleicht noch bey einigen, könnten Richtung, Geſchwindigkeit und Anziehung in ſolchen Verhältniſſen geſtanden haben, daß der Umlauf elliptiſch geworden ſey.

Eine vollſtändige Sammlung der bisher berechneten Kometenbahnen iſt vom Herrn D. Olbers α) gemacht worden.

Ueber die Gründe der großen Excentricität der Kometenbahnen vermuthet Herr Schubart β) folgendes: die Frage, warum es ſo ſehr viele höchſt excentriſche und kaum einige kreisförmige Kometenbahnen giebt, muß die Aufmerkſamkeit ſogleich erregen. Da angenommen werden darf, daß die Natur den Raum ſo ſparſam als möglich benutze, ſo kommt es zu deren Beantwortung darauf an, zu wiſſen, ob in einer Kugel von gegebener Größe mehr excentriſche oder mehr kreisförmige Bahnen möglich ſind; und hier iſt offenbar der Vortheil auf Seiten der erſtern. Sind die Bahnen Kreiſe, ſo muß Kepler's Geſetzen zu Folge, die Sonne ihr gemeinſchaftlicher Mittelpunkt ſeyn; zwey concentriſche Kreiſe vom gleichem Durchmeſſer aber müſſen ſich, die Neigung ſey welche ſie wolle, nothwendig in zwey Punkten ſchneiden; und die entſprechenden Körper würden alſo dem Zuſammenſtoßen ausgeſetzt ſeyn; aus dieſem Grunde ſcheint die Natur die Bahnen mit gemeinſchaftlichen Durchſchnittspunkten ſo ſorgfältig vermieden zu haben. Ganz anders verhält es ſich mit den Ellipſen, deren eine ſehr große Zahl von gleichen Axen und periheliſchen Entfernungen um den gemeinſchaftlichen Brennpunkt her vertheilt ſeyn

α) H. C. Schumacher's aſtronomiſche Abhandlungen. Erſtes Heft Altona 1823. 4.

β) Traité d'aſtronomie theorique p. *Schubart* 1822. gr. 4. 3 Tomes. Tom. I. Liv. VIII.

können, ohne sich zu schneiden, vorausgesetzt nur, daß die Sonnenfernen in verschiedenen Richtungen liegen.

(Zus. z. S. 593. Th. VI.). So viele Beobachtungen man auch in den neuern Zeiten an einigen merkwürdigen Kometen angestellt hat, so ist man doch in Ansehung dieser wunderbaren Himmelskörper noch sehr weit zurück, um über ihre Entstehung, ihren Zweck und überhaupt ihren Naturbau nur etwas bestimmtes festzusetzen. Die alte Hypothese, daß die Kometen solche Körper sind, die sich zu neuen Weltkörpern ausbilden, und folglich im Zustande des Werdens sich befinden, hat in den neuern Zeiten mehrere Vertheidiger gefunden. So bemerkt der Herr Prof. Gelpke *), daß im großen Weltraume höchst wahrscheinlich noch täglich Absonderungen vorgehen, wodurch bald hier bald dort eine Weltmasse gebildet werde, welche hierauf mit einer von den Bildungsstoffe ihr mitgetheilten Geschwindigkeit und gegebenen Richtung dahin eile, wo sie bald von diesem bald von jenem Weltkörper in ihrem Laufe verändert, auch wol von diesem oder jenem, dem sie nahe genug komme, angezogen werde. Herr Gelpke stützt diese seine Behauptung auf das Niederfallen der so genannten Meteorsteine, die er mit Chladni für Produkte des Weltraumes hält. Daher vermuthet er, daß es wol Kometen geben möge, die sich noch in ihrem ersten Zustande des Werdens befinden, und daher nichts weiter als Wasserbälle sind; andere möchten aber schon weiter in ihrer Bildungsperiode fortgerückt, und mithin schon in etwas feste Massen seyn, jedoch immer noch eine zu große Dunstmasse um sich haben; und endlich möchten schon einige von ihnen ausgebildet, und mit Wesen vernünftiger, vielleicht höherer Art, als der Erdmensch ist, versehen seyn. Denn es sey wol nicht zu läugnen, daß in dem großen Weltraume stets neue Weltmassen

*) Neue Ansicht über den merkwürdigen Naturbau der Kometen. Leipz. 1820. kl. 8.

entstünden, und wieder andere, die den großen Weltentzweck des Weltenschöpfers erreicht hätten, vergingen, um dadurch stets das große Schöpfungsreich zu erneuern, so wie auf unserer Erde stets Pflanzen und Thiere entstünden, und wieder andere, zur beständigen Verjüngung und Verschönerung der Natur, vergingen.

Daß aber wirklich solche Weltmassen, die jüngst dem Schöpfungsraume entschlüpft seyn, und daher mehr flüssig als fest zu seyn schienen, vorhanden seyn müßten, lasse sich

1. daraus ableiten, weil einige von ihnen von einer so leichten und lockern Masse seyn, daß sie durch ihre Schwere nicht im geringsten auf andere Weltkörper zu wirken vermöchten, wie solches der Fall mit dem Kometen vor 1770 der Fall gewesen wäre, der zweymal im Jahre durch das Trabantengebiet des Jupiters gewandert sey, ohne irgend eine Störung auf einen von diesen zu bewirken; obgleich ihre Wirkung auf ihn seinen Lauf so verändert habe, daß er bey seiner Sonnennähe gezwungen worden, sich der Erde auf 300,000 Meilen zu nähern.

2. erhelle die Wahrheit jener Behauptung, daß einige Kometen noch flüssige oder noch unausgebildete Weltkörper seyn, aus der Beobachtung, welche Herr Olbers über den Kometen im Jahre 1796 gemacht habe, wo derselbe durch den Kern desselben einen Stern 6ter Größe habe hervorblicken gesehen. Eben dasselbe hätten auch die Herrn Herschel, Bryant und mehrere andere beobachtet.

3. erhelle die Wahrheit des Angeführten noch aus den Staub- und Wasser-Regen mit kleinen Stein- und Eisen-Massen vermischt, welche nichts weiter als von der Erde angezogene, aufgelöfete und zergangene Kometenmassen von lockerer und flüssiger Gestalt schienen gewesen zu seyn.

So merkwürdig, wie nun diese Weltkörper durch ihren Naturbau seyn, eben so merkwürdig, wo nicht

noch merkwürdiger seyn sie durch ihren Schweif. Was die Beschaffenheit des Schweifes und der Lichthülle der Kometen betreffe, so könne so wenig diese, wie jener, aus Dünsten, wie man wohl ehemals geglaubt habe, zusammengesetzt seyn oder daraus bestehen, weil alles, was Dunst- oder nebelartig sey, kein Licht für sich besitze, sondern solches von andern leuchtenden Körpern entlehnen müsse. Hierzu komme noch, daß der Schweif, wie auch die Lichthülle, sogar da, wo der Sonnenkörper mit seinen Strahlen, weil der Kern durch sein Davorstehen daran hinderlich sey, nicht hindurchzudringen vermöge, erleuchtet erschienen.

Wenn daher beyde eine Dunstartige Masse wären, die durch die Erleuchtung von dem Sonnenkörper ihr Licht erhielten, so müßte die Lichthülle hinter dem Kern und der Schweif gleich hinter demselben dunkel erscheinen. Da dies aber nicht der Fall sey, so erhelle daraus, daß beyde nichts dunstartiges seyn könnten, sondern vielmehr irgend etwas seyn müßten, was ein eigenes Licht besitze. Und darum so wohl der Schweif, wie auch die Lichthülle in Ansehung ihres Scheines mit dem Lichtscheine der Milchstraße, der Nebelflecke und des Thierkreislichtes die größte Aehnlichkeit hätten, so folge daraus, daß sie wohl von eben derselben Beschaffenheit, wie jene, also eine Anhäufung des feinen Lichtstoffes aus dem großen Schöpfungsraume seyn müßten.

Ferner daß beyde wirklich lichtartig seyn, dies könnten wir, außer den schon Angeführten, auch noch daraus herleiten, weil der Weltkörper sogar auf derjenigen Seite, welche dem Sonnenkörper abgewandt stehe, erleuchtet erscheine, die daher ihre Erleuchtung vom dem Lichte der Lichthülle oder des Schweifes, oder von beyden zugleich erhalten müsse. Wenn dies nicht der Fall wäre, so müßten wenigstens diejenigen Weltkörper von ihnen, welche zwischen der Erde und Sonne durchgegangen seyn, mit denselben veränderten Lichtgestalten, wie der Mond, sich dargestellt haben.

Zu diesen angeführten Gründen komme endlich noch der, daß eine dunstartige Masse wol nicht einer solchen ungeheuren Ausdehnung fähig sey, wie die Schweife und Lichtgestalten ausgedehnt erschienen. Es sey gar nicht zu glauben, daß der Stoff der Kometenschweife und der ihrer Lichthülle Wasserstoff sey.

Nach Herrn Gelpke's Meinung ziehn alle Weltkörper, mithin auch die Kometen, den im großen Weltraume überall ausgebreiteten Lichtstoff an, und vereinigt sich mit selbigen. Je größer ein solcher Himmelskörper ist, desto größer ist auch die Anziehung und Vereinigung des Lichtstoffs mit selbigem. Ob nun gleich die Kometen unbedeutende Weltmassen seyn, so könnten sie dennoch den Lichtstoff in ihrer Laufbahn aus dem großen Weltraume in möglichst reichlichster Menge anziehen, und dadurch die Lichterscheinungen in Ansehung des Schweifes und der Lichthülle bewirken.

Was nun aber die Lage und Bildung ihres Lichtschweifes betrifft, so scheinen diese vorzüglich von dem Einflusse des Sonnenkörpers abzuhängen, und es scheine hier das elektrische Gesetz, nach welchen gleichartige Materien sich abstoßen und ungleichartige sich anziehen, zu herrschen, weswegen der Lichtstoff von der der Sonne zugewandten Seite wegstoßen, und nach der ihr abgewandten Seite hingedrängt werde, auf welcher er daher angehäuft erscheine, und in einen langen Luftschweif dahin strahle. Ueberhaupt hänge höchst wahrscheinlich die mannigfaltige Bildung des Schweifes, der sich bald auf diese bald auf jene Seite krümme, bald in einen Büschel und bald in mehrere sich ausbreite, von dem Einflusse der Sonne auf ihn ab, welches daraus erhelle, weil sich derselbe während seiner Sichtbarkeit gar zu häufig in Ansehung seiner Gestalt ändere.

Daß überhaupt wohl alle Kometen aus einer sehr dünnen Materie bestehen, lehren nicht nur alle ältern, sondern auch die gesammten neueren Beobachtungen. Unter mehreren ist besonders der im Jahre 1811 er-

schienene sehr große Komet in dieser Hinsicht so wol, als auch in andern Rücksichten merkwürdig. Er wurde an verschiedenen Orten mit großer Sorgfalt beobachtet. Dem Herrn Prof. Huth in Dorpat gab der besondere Naturbau dieses Himmelskörpers Gelegenheit zu interessanten, kosmologischen und geologischen Betrachtungen. Das beobachtete Stück seiner Bahn war nicht ganz paraboliſch; Herr Huth hielt dieselbe für keine reine Ellipse, sondern für eine Ovale. Die Umlaufszeit schien ihm auf mehrere tausend Jahre zu enthalten. Er beobachtete mehrere Male Sterne und Nebelflecken, welche von dem Kometen bedeckt wurden; sie blieben alle, so wol durch den Schweif als auch durch den Kern des Kometen völlig sichtbar, ja durch die Schweifhülle schienen sie sogar ein noch lebhafteres Licht zu erhalten. Die Nebelflecke verhielten sich bey allen Veränderungen, wie der Kern des Kometen. Bey dieser Gelegenheit wollte Huth auch einen Nebelfleck im Herkules mit dem Kometen vergleichen; allein er war am Himmel verschwunden, und dabey kam er auf den Gedanken, daß vielleicht mehrere solche Nebelflecke und matte kleine Sterne entfernte Kometen seyn möchten, die sich zur Zeit ihrer Entdeckung eben in einem Theile ihrer Bahn befinden, der mit der damaligen Richtung der Erde in ihrer Bahn parallel war. Herr Huth hatte sich durch diese Beobachtungen völlig von der Durchscheinbarkeit der Kernkugel überzeugt, und daß diese im Centro keinen festen Kern enthalte. Niemals hatte er bey den stärksten Vergrößerungen bis zur 800maligen in dieser Kernkugel etwas schief Begrenztes als Scheibe, oder auch nur einen dunkeln oder hellen Punkt im Centro gesehen. Sein Schweif entwickelte sich aus einer besondern leuchtenden Hülle, die mit der Kernkugel in gar keiner Berührung, sondern davon durch eine dunkele Kugelschale getrennt war. Die Feinheit der Materien der Schweifhülle schätzte er über eine Million mal dünner als die Erdluft an der Meeresfläche. Der Durchmesser der

Kernkugel, die beständig rund blieb, war 15 mal größer als der Erddurchmesser.

Die Krümmungen der Lichtschweife, welche der Komet in seinem Fortgange so verschieden zeigt, sucht Hr. Professf. Brandes *) auf folgende Art begreiflich zu machen; er bemerkt, daß die Krümmung des Schweifes allemal mit einer Abweichung seiner mittlern Richtung von der Richtung, welche der Sonne gerade entgegengesetzt ist, verbunden sey. Der Schweif bleibe immer hinter dem Kometen zurück, oder, statt gerade von der Sonne abgekehrt zu seyn, neige er sich nach der Seite, von welcher der Komet hergekommen. Diese Neigung und zugleich seine wahre Krümmung seyn unter sonst gleichen Umständen größer, wenn der Schweif mit dem Umfange der Kometenbahn einen Winkel mache, der dem rechten Winkel nahe komme; sie seyn ferner größer, je mehr gekrümmt die Bahn des Kometen an der Stelle sey, wo er sich gerade befinde; sie seyn aber sonst unter gleichen Umständen kleiner, je näher der Komet sich bey der Sonne befinde.

Alle diese Erscheinungen müssen, nach Brandes Meinung, statt finden, wenn die Theilchen des Schweifes eine wirklich vom Kometen aufsteigende Materie sind, und wenn sie mit einer ziemlich ansehnlichen Geschwindigkeit nach der Richtung, welche der Richtung nach der Sonne zu gerade entgegengesetzt ist, fortgetrieben werden. Ein jeder vom Kometen aus fortgeschleuderter Theil müsse schon an der Bewegung des Kometen selbst Theil nehmen, daß er folglich vermöge dieser Seitenbewegung in einer der Kometenbahn parallelen Richtung eben so schnell weiter zu gehen fortfahren werde, als der Komet selbst in seiner Bahn. Stellt man sich nun den Fall vor, daß die Richtung des Wurfs, oder die Richtung des fortgeschleuderten Theils gerade senkrecht gegen die Bahn des Kometen ist; so würde jener Theil

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XLVIII. S. 117 ff.

genau neben dem Kometen bleiben, wenn des Kometen Bahn nicht gekrümmt wäre. Geht aber der Komet in einer gekrümmten Bahn fort, so müßte der von der Sonne sich immer mehr entfernte Schweiftheil, um genau neben dem Kometen zu bleiben, durch gleiche Bogen immer größerer concentrischer Curven, und mithin immer schneller neben dem Kometen fortrücken: dies aber sey unmöglich, weil die der Kometenbahn parallele Geschwindigkeit desselben durch nichts vermehrt werde. Es folge also, daß der von der Sonne abwärts geworfene Theil hinter dem Kometen zurückbleiben müsse, d. h. der Schweif müsse sich im Ganzen nach der Seite hinneigen, von welcher der Komet herkomme.

Es sey leicht einzusehen, daß dieses Zurückbleiben desto merklicher werde, je stärker die Bahn gekrümmt sey. Wenn aber der Komet schon bedeutend von seiner Sonnennähe entfernt ist, so macht die von der Sonne zu ihm gezogene gerade Linie mit seiner Bahn einen spitzigen Winkel. Es hat daher die Wurfbewegung der Schweiftheile jetzt eine Richtung, die von der Richtung des Kometen wenig gebraucht, mithin wird die Krümmung des Schweifes und seine Abweichung von der ursprünglichen Richtung weniger merklich seyn, als wenn der Schweif senkrecht gegen die Bahn ist.

Aber nun entstehe die Frage, woher es vermöge der Beobachtungen komme, daß der Schweif weniger gekrümmt sey bey Kometen, welche der Sonne näher kommen, da doch diese größere Nähe mit einer stärkern Krümmung der Bahn verbunden sey? Herr **Brandes** meint, diese Erscheinung deute nothwendig dahin, daß jene Wurfbewegung schneller sey, wenn der Komet sich näher bey der Sonne befinde, und daß also hier die angenommene abstoßende Kraft der Sonne eben so wie die anziehende Kraft in größern Entfernungen abnehme. Diese Behauptung werde von selbst einleuchten, wenn vorher dargethan wäre, wie bey gegebener Geschwindigkeit des Kometen die Richtung und Krümmung des

Schweifes von der Stärke der Kraft abhange, welche ihn von der Sonne zurücktriebe. Herr Brandes suchte dies, so unvollständig auch die dazu gehörigen Voraussetzungen bis jetzt noch ausgemittelt waren, durch Beobachtungen und Berechnungen einiger Kometen zu bestimmen. Das Resultat war, daß um die Zeit der Sonnennähe des Kometen vom Jahre 1811 die auf seinen Schweif wirkende abstoßende Kraft der Sonne etwa $\frac{1}{30}$ so stark war, wie die Kraft der Schwere in der Nähe der Erde wirkte. Hiernach würde jene Kraft, wenn wir sie als nach dem Quadrate der Entfernung abnehmend ansehen, in 3 Millionen Meilen Entfernung von der Sonne der Schwere unserer Erde gleich seyn. Aber aller Wahrscheinlichkeit nach wirkt außer der Sonne auch der Komet selbst, wenigstens zur Zeit seiner Sonnennähe, abstoßend auf die Theilchen, welche seinen Schweif bilden. So war nach Herrn Brandes diese Kraft auf den Kometen im Jahre 1811 noch in 4700 Meilen Entfernung unserer Schwere gleich, und mußte also vermuthlich an seiner Oberfläche ungemein heftig seyn; eine Bemerkung, die gewiß etwas Auffallendes hat, wenn man die abstoßende Kraft des Kometen etwa einer Erhitzung zuzuschreiben geneigt wäre, da dieser Komet sich immer in einer größern Entfernung von der Sonne befand, als diejenige ist, in welcher die Erde ihre Bahn durchläuft.

Ueber die physische Beschaffenheit des Kometen, und besonders ihres Schweifes, hat auch Herr Prof. Fischer zu Berlin seine Gedanken mitgetheilt, welche sich größtentheils auf allgemein anerkannte Wahrheiten gründen, und daher eine größere Wahrscheinlichkeit besitzen, als einige von denjenigen Voraussetzungen, welche Herr Gelpke angenommen hat. Herr Fischer *) stellt seine Gedanken folgender Maaßen zusammen:

*) Bode's astronomisches Jahrbuch für das Jahr 1823. S. 90 u. f.

1. Aus astronomischen Beobachtungen ist gefunden worden, daß sich die Kometen vollkommen den Kepler'schen und Newton'schen Gravitations-Gesetzen gemäß bewegen. Es enthält also ihre Masse unwidersprechlich einen Stoff, der gegen die Sonne gravitirt.

2. Aber noch nie hat man beobachtet, daß die Annäherung eines Kometen eine bemerkbare Störung in den Lauf eines Planeten zur Folge gehabt habe, dagegen scheine es, als ob der Komet hierbey selbst bedeutende Veränderungen in seinem Laufe erleide. Schon aus dem ersten Umstande allein folgt nothwendig, daß die gravitirende Masse eines Kometen sehr gering seyn müsse.

3. Da indessen die Größe fast aller Kometen, auch wenn man ihren Schweif nicht mit in Betrachtung zieht, beträchtlich ist, so folgt ferner, daß sie aus einer äußerst lockern Materie bestehen müssen. Auch zeigt schon der bloße Anblick, daß besonders der Schweif und der Nebel, welcher den Kern umgiebt, aus einem Stoffe bebestehe, der vielleicht feiner seyn mag, als alles Wahrnehmbare, was wir auf unsere Erdkugel finden.

4. Man kann daher mit vieler Zuverlässigkeit annehmen, daß in der ganzen Masse eines Kometen, wenig Festes, oder Tropfbarflüssiges enthalten sey, sondern daß er größtentheils aus einer Materie bestehe, die wir vielleicht kaum mit unsern Luftarten vergleichen dürfen. Doch möge auch wohl unter den einzelnen Kometen hierin ein beträchtlicher Unterschied seyn.

5. Das Licht eines Kometen ist zwar schwach, trägt aber dennoch ganz unverkennbar den Character eines eigenthümlichen nicht von der Sonne erborgten Lichts. Selbst der Kern eines Kometen erscheint, wo nicht ohne doch nur mit sehr seltenen Ausnahmen, auf der von der Sonne abgewendeten Seite eben so hell, als auf der ihr zugekehrten, und da man, selbst durch die dichteren Stellen des Schweifes und Nebels das Licht der kleinsten Fixsterne hindurch gehen sieht, so ist es gewiß,

daß die Masse des Kometen selbst das Sonnenlicht nicht merklich reflektire, sondern daß es ungehindert durch seine Masse hindurch gehe. Das Licht, wodurch wir den Kometen sehen, ist daher ganz sein eigenes, und er besteht folglich ganz oder größtentheils aus einer sehr zarten durchsichtigen und selbstleuchtenden Materie. Diese Beschaffenheit ist unstreitig die wesentlichste Eigenthümlichkeit der Materie, woraus ein Komet besteht, und man kann daraus mit völliger Sicherheit folgern, daß die Kometen eine ganz eigenthümliche und von allen Planeten, Nebenplaneten und Sonnen wesentlich verschiedene Classe von Weltkörpern ausmachen.

6. Das Licht eines Kometen verträgt bekanntlich wenig Vergrößerung; es wird in demselben Verhältniß schwächer, als sein Bild im Fernrohr größer wird. Man kann daher die Frage aufwerfen, was ein menschliches Auge sehen würde, wenn es in den Schweif oder Nebel eines Kometen versetzt würde. Herr Fischer glaubt, man würde gar nichts sehen, weil nun das Bild des Kometen, nach allen Seiten rund herum in einen unermeßlichen Raum ausgebreitet, also unendlich geschwächt wäre. Hätte also der Komet gar keinen Kern, so würde folgen, daß man in seinem Mittelpunkt seyn, und doch von dem Daseyn desselben, wenigstens durch das Auge nichts wahrnehmen würde, ob sich gleich sein Daseyn durch andere Sinne, wie z. B. das Daseyn der Luft durch das Gefühl des Widerstandes, oder wie das Daseyn mancher Dünste durch Geruch und Geschmack offenbaren könnte.

7. Die Vorstellung einiger älterer Naturforscher, daß Nebel und Schweif eines Kometen aus Wasserstoff bestehe, ist daher gänzlich unhaltbar so wie sie auch ganz unvereinbar mit dem ist, was wir jetzt über die Beschaffenheit und über die Sichtbarkeit des Wasserdunstes wissen. Bekanntlich muß man zwey wesentlich verschiedene Zustände desselben unterscheiden. Das Wasser kann erstlich vollkommen den ausdehnsamen oder luftigen Zustand

annehmen. In diesem Zustande, als Wasserdunst, ist es völlig wie die Luft, unsichtbar; auch ist keine Spur vorhanden, daß es in diesem Zustande selbstleuchtend sey. Aus solchen Dunst kann also der Nebel und Schweif eines Kometen nicht bestehen. Es kann aber auch zweytens das Wasser in der Gestalt kleiner Bläschen oder Stäubchen in der Luft schwimmen. In diesem Zustande, als Wasserdampf, bildet es zwar sichtbaren Nebel und Wolken, aber es ist in diesem Zustande eigentlich noch tropfbares Wasser, also schwerer als Luft, und kann nur durch die Kleinheit der Bläschen, durch den Widerstand der Luft beym Sinken, und durch Bewegung der Luft mechanisch schwimmend erhalten werden. Daß solcher Wasserdampf für sich allein keine Atmosphäre bilden könne, fällt in die Augen. Sollte also der Nebel des Kometen von ähnlicher Beschaffenheit seyn, so müßte man außer diesen Dampf, noch eine unsichtbare Atmosphäre von ziemlich dichter Luft um den Kern des Kometen annehmen, und doch wäre nicht zu begreifen, wie der sichtbare Nebel in dieser unveränderlich schwebend bleiben könne. Was aber den Schweif betrifft, so ist für sich klar, daß dieser unmöglich aus solchen Wasserdampf bestehen könne. Denn da derselbe oft eine Länge von Millionen Meilen hat, so müßte man nun den Kometen einen eben so hohen, oder vielmehr noch einen höhern Luftkreis annehmen, welches offenbar absurd ist; zu geschweigen, daß sich gar kein Grund angeben ließe, warum dieser Nebel sich blos auf der von der Sonne abgewendeten Seite, zu so ungeheurer Höhe erhebe.

Herr Fischer ist der Meinung, daß das Bisherige hinreichend genug sey, die Erdbewohner völlig über die Besorgniß zu beruhigen, daß das Zusammentreffen mit einem Kometen großes Unheil auf der Erde ausrichten könne. Eine Sündfluth haben wir nach dem was N. 6 u. 7. gezeigt worden, zuverlässig nicht zu besorgen. Und bey der äußerst geringen Masse, und lockerer Beschaffenheit seiner Materie haben wir auch nicht Ursache uns vor

den Wirkungen eines Anstoßes zu fürchten. Gewiß ist, daß der Komet selbst bey einem solchen Zusammentreffen bey weitem mehr zu befahren hätte, als der feste Planet, indem die starke Gravitationskraft des Planeten, wahrscheinlich die ganze geringe Masse des Kometen an sich ziehen, und mit der Masse des Planeten vereinigen würde. Ein solches Ergebniß könnte aber nur dadurch verderblich werden, wenn die Masse des Kometen aus einem den Erdbewohnern feindseligen Stoff bestände. Aber auch dies hat nach dem, was N. 5 und 6. besagt, wenig Wahrscheinlichkeit. Denn giebt es irgend einen Stoff auf unserer Erde, der mit jenem des Kometen eine Aehnlichkeit hat, so ist es die zarte Materie, aus welcher die Nordlichte bestehen. Nach einer Berechnung des scharfsinnigen D. Olbers ist es nicht unwahrscheinlich, daß die Erde in der letzten Hälfte des Monats Junius 1819 durch den Schweif des in den Monat Julius sichtbargewordenen Kometen gegangen sey, ohne daß man es irgendwo auf den Erdboden bemerkt hat. Daß so etwas denkbar sey, und sich vielleicht schon öfter ereignet haben könne, ergiebt sich aus dem N. 6. Gesagten. So wie umgekehrt, wenn sich die Olbersche Rechnung bestätigen sollte, dieses ein sehr auffallender Beweis von der Richtigkeit dessen seyn würde, was bey N. 5 und 6. gesagt worden. Ja es wäre sogar nach dieser Ansicht nicht undenkbar, daß die Erde mitten durch die Mitte eines Kometen, der einen Kern hätte, hindurch gehen könnte, ohne daß wir es wahrnähmen.

Was nun aber noch den sonderbaren Umstand anbetrifft, daß nämlich der Schweif sich jederzeit von der Sonne abwärts wendet, mithin bey der Annäherung zur Sonne den Kometen nachfolgt, bey der Entfernung hingen demselben vorausgeht, so glaubt Herr Fischer mit mehreren Physikern wenigstens hypothetisch annehmen zu dürfen, daß es Materien gebe, die gar nicht gravitiren, sondern durch andere Kräfte, als die Schwere in ihren Wirkungen bestimmt werden. Dann werde es

aber auch nicht zu kühn seyn, anzunehmen, daß es sogar Materien geben könne, welche negativ gravitiren, d. h. die von der Sonne, und aller positiv gravitirenden Materie abgestoßen werden. Und in der That scheine dies die einzige Vorstellungsart von Möglichkeit zu seyn, aus welcher sich die Entstehung eines Kometenschweifs erklären lasse.

Nimmt man nämlich an, daß die gesammte Masse eines Kometen, theils aus positiv- theils aus negativ schwerer Materie bestehe, die aber beyde gegen einander eine von der Schwere verschiedene Anziehung, also eine chemische Affinität haben, und legt man diesen Materien, wenigstens der negativen Durchsichtigkeit und eigenthümliches Licht bey, so wird die ganze Gestalt der Kometen, wie es scheint begreiflich. Die positive Materie bildet einen kugelförmigen Kern, und macht es möglich, vielmehr nothwendig, daß sich der Komet im Weltraum nach den Gravitationsgesetzen bewege. Die negative Materie hingegen bildet um den Kern herum, eine selbstleuchtende Atmosphäre, die sich durch ihre negative Schwere gänzlich von dem Kometen trennen würde, wenn sie nicht durch die Affinität zur positiven Materie zurückgehalten würde. Ein Theil dieser Materie aber muß nothwendig bey jeder Lage des Kometen, einen von der Sonne abwärts gekehrten Schweif von großer Länge bilden, weil die Kraft, mit welcher sie von der ungeheuren Sonnenmasse abgestoßen wird, weit größer ist, als diejenige, womit der positive Kern des Kometen sie abstößt. In der Sonnennähe muß der Schweif am längsten seyn, bey der Entfernung von der Sonne muß er kürzer werden, wie es die Beobachtungen zu bestätigen scheinen.

Uebrigens bemerkt Herr Fischer noch ganz richtig, daß wir gewiß irren, wenn wir glauben, uns bestimmte Begriffe von der natürlichen Beschaffenheit der Weltkörper machen, und unsere Kenntniß irdischer Stoffe auf sie übertragen zu können. Und was insonderheit

die Kometen betrifft, so ist wohl aus dem obigen einleuchtend, daß die Vorstellungen mancher älterer Naturforscher, welche den Kometen mit dickem Wasserdunst umgeben glaubten, oder welche die Kometen für unreife, sich erst bildende Planeten hielten, völlig unhaltbar sind.

Auf eine ganz neue Art lehrt Herr G. H. Lehmann *) die Entstehung des Kometenschweifes aus mechanischen Kräften mit Voraussetzung des Gesetzes der Gravitation.

Krystall, isländischer (Zus. z. S. 181. Th. III.) Herr D. Wil. Wollaston *) hat nach der im Artikel: **Brechung der Lichtstrahlen** (Th. VIII. S. 371.), angeführten Methode, über die ungewöhnliche Brechung des Lichts im isländischen Krystall mehrere Versuche und Beobachtungen angestellt, welche angeführt zu werden verdienen. Nachdem er alle seine Versuche beendigt hatte, wurde ihm Huyghens angeführte Hypothese vom Lichte aus den wellenförmig fortgepflanzten Schwingungen oder Wirbeln einer feinen flüssigen Materie, und der daraus abgeleiteten Erklärung der ungewöhnlichen Brechung bekannt. Er verglich sie mit seinen Versuchen, und fand, daß sie mit selbigen aufs vollkommenste übereinstimmte, so wie ihm auch spätere Berechnungen die Uebereinstimmung derselben mit ihr lehrten

Es wird die schiefe Brechung dieses Krystalls sichtbar, wenn man eine der Seitenflächen desselben mit etwas tolutanischen Balsam an ein Prisma aus Flintglas kittet.

Wenn auf diese Art die Gesichtslinie einen der spitzen Winkel der natürlichen brechenden Seitenfläche des Krystalls halbirt, oder die Richtung (Fig. 26.) BE

*) Disquisitiones nonnullae mechanicae de origine caudarum cometarum. Goetting. 1822. 8.

*) Philosoph. Transact. for 1802.

hat, so fand Wollaston die brechende Kraft kleiner als in jeder andern Richtung, und ließ sich durch den Sinus 1,488, oder durch das Umgekehrte desselben 0,6720 ausdrücken, den Sinus des Einfallswinkels zur Einheit angenommen, und zwar bey der Brechung aus dem Krystall in Luft, und in Ansehung des Umgekehrten bey der Brechung aus Luft in den Krystall.

Wenn die Einfallsebene den Seiten parallel ist, oder die Richtung E A hat, so fand sich die brechende Kraft größer, nämlich 1,537, oder verkehrt 0,6506

In einer Richtung, welche auf beyden Seiten senkrecht ist, wie C L, ergab sich die brechende Kraft noch größer, nämlich 1,537, oder verkehrt 0,6587.

In einer Ebene, welche den stumpfen Winkel halbirt, oder in der Richtung A D, zeigt die natürliche Seitenfläche eine noch größere brechende Kraft, welche sich ausdrücken läßt durch den Sinus 1,571, oder das Umgekehrte desselben 0,6365.

Wenn man eine der beyden stumpfen Ecken des Krystalls so vom Krystall schneidet, daß die durchschneidende polirte Ebene mit jede seiner Seiten gleiche Winkel macht, so findet sich in allen Richtungen einerley brechende Kraft, nämlich 1,488.

Wenn man den Krystall so durchschneidet, daß einer seiner stumpfen Winkel halbirt wird, und bringt diese Durchschnittsebene auf das Prisma, so findet sich dieselbe kleinste Brechung 1,488 in einer Richtung, welche mit der der vorhin erwähnten durchschneidenden Ebene zusammenfällt; sie weicht aber, wenn man die Richtung verändert, so außerordentlich schnell, daß sie sehr bald die brechende Kraft des Glases übertrifft, und sich nicht weiter durch den Winkel der anfangenden Zurückwerfung messen läßt.

Auch die gewöhnliche Brechung dieses Krystalls ist zu groß, als daß sie sich mittelst eines Prisma's messen ließe, weil es an einem hinlänglich dichten Vereinigungsmittel beyder gebricht. Auf die gewöhnliche Art

gemessen, findet sie sich indessen nach einem Mittel aus mehreren Versuchen 1,657, oder das Verkehrte 0,6035.

Nimmt man mit Huyghens an, daß die gewöhnliche Brechung dem Maximum der schiefen Brechung gleich ist, so sind hinreichende Data vorhanden, um das Sphäroid zu construiren, welches die schiefen Brechungen regelt. Für die große Axe der erzeugenden Ellipse war nämlich 0,67204, und für die kleine Axe, welche mit der kurzen Axe des Krystalls parallel liegt, 0,6035 gefunden.

Wollaston maaß einen der Neigungswinkel zweyer Seitenflächen des Krystalls mit Sorgfalt, und fand ihn 105° 5′. Daraus giebt die Berechnung des größern Winkels der Seitenflächen selbst 101° 55′; und den Winkel, den die kurze Axe des Krystalls mit jeder der Seitenebenen macht, 45° 23′ 25″.

Durch Berechnung fand Wollaston sehr nahe dieselben Resultate. Und hieraus schließt er, daß die Huyghens'sche Theorie sehr viel für sich habe. Es sey zwar die Ursache, welche diese Theorie angiebt, warum in derselben Substanz zugleich zwey verschiedene Brechungen statt finden, nicht recht genügend, und noch weniger erkläre sie, warum beyde mit einander vertauscht würden, wenn der Lichtstrahl durch einen zweyten Krystall gehe, der in die Quere liege. Dennoch schiene sie die schiefe Brechung, wenn man diese allein betrachte, beynahe eben so gut, als jede andere optische Erscheinung zu erklären.

Herr Malus hat die Erscheinungen des isländischen Krystalls noch viel weiter verfolgt, und gefunden, daß sie auch beym Bergkrystalle Statt finden. Er stellte eine Reihe von Versuchen an, welche ihn überzeugten, daß Huyghens angeführtes Gesetz der gewöhnlichen und ungewöhnlichen Brechung vollkommen richtig sey. Ueberhaupt hat er nachher wahrgenommen, daß fast für alle durchsichtige Krystalle eine doppelte Brechung des Lichts statt findet; ja was noch auffal-

lender ist, er fand sogar, daß alle durchsichtigen Körper, die festen sowohl als die flüssigen, fähig sind, dem Lichte diese sonderbare Eigenschaft mitzutheilen, welche man für eine der Wirkungen der lichtspaltenden Krystalle hielt.

Herr Malus führt noch eine andere merkwürdigere Thatsache von der Wirkung des Lichts in durchsichtigen Körpern an. Das Licht nämlich, welches ein solcher Körper an seiner Oberfläche zurückwirft, wird unter einem gewissen Winkel genau so modificirt, als sey es von einem verdoppelnden Krystall, dessen Axe in der Zurückwerfungsebene läge, auf gewöhnliche Art gebrochen worden.

Da durch die äußerst merkwürdigen Entdeckungen des Herrn Malus das Licht nicht allein in alle durchsichtigen Krystalle die doppelte Strahlenbrechung erleidet, sondern auch dieselbe Eigenschaft erhält, wenn es unter einem gewissen Winkel von einer durchsichtigen Substanz reflektirt wird, so benannte er diese allgemeine Eigenschaft des Lichts mit dem Namen der Polarisation des Lichts. Um nun diese neuen Erscheinungen in gehörigen Zusammenhang zu bringen, werden sie ausführlich in dem Artikel: Polarisation des Lichts, vorgetragen werden.

(Zus. z. S. 183. Th. III.) Die von Martin zuerst entdeckte Erscheinung der durch die doppelte Brechung des Lichts in dem isländischen Krystall entstandenen Farbenbilder, von welchen er vermuthete, daß sie vielleicht durch eine besondere Modification des Lichts erzeugt würden, ist erst vom Hrn. Malus wiederum erwähnt α), vom Herrn Arrago aber etwas näher untersucht worden β). M. s. den Artikel: Farben Th. VIII. S. 692. Indessen entgingen doch letzterem die farbigen Säume der Nebenbilder des isländischen

α) Theorie de la double réfraction. S. 202 f.

β) Gilbert's Annalen der Physik. B. XL. S. 145–161.

Krystalls, welche zuerst Herr Ritter *) anführt, vom Herrn C. H. Pfaff β) aber nach einem andern Gesichtspunkte betrachtet worden sind.

1. Man betrachte durch einen Doppelspath ein weißes Viereck, dessen Seite etwa ½ Zoll beträgt, auf schwarzem Grunde, und dessen eine Seitenfläche horizontal auf diesem Papier liegt. Der Hauptschnitt des Doppelspaths sey parallel mit der einen Seite des Vierecks, und die Neigung des ganzen Rhomboeders sey von dem Auge ab nach vorwärts, so wie in Fig. 27. diese Neigung des Rhomboeders seitwärts und links gerichtet ist, so daß der ungewöhnlich gebrochene Strahl, wenn von unten ein gewöhnlicher Strahl senkrecht einfällt, vorwärts, also in der Richtung von a nach c abgelenkt wird. Ist nun die Abweichung beyder Bilder bey gegebener Länge des weißen Bildes und gegebener Dicke des Doppelspaths so groß, daß sie die halbe Länge der Seite des Vierecks beträgt, so wird man, vorausgesetzt, daß die untere horizontale Fläche des Doppelspaths einen hinlänglichen Theil des schwarzen Grundes mit bedeckt, drey Rechtecke, jedes gleichsam die Hälfte des ursprünglichen Quadrats hinter einander sehen, wovon das obere und untere grau, das mittlere weiß ist.

2. In diesem Versuche wird nämlich gleichsam ein schwarzes Bild über einen weißen Grund, und ein weißes Bild über einen schwarzen Grund geführt. Es entsteht ein weißes und zugleich ein schwarzes Nebenbild; es ist nämlich das weiße Hauptbild mit einem schwarzen Nebenbilde des an das weiße Viereck von unten angrenzenden schwarzen Grundes mit dem weißen Nebenbilde der untern Hälfte des weißen Vierecks bedeckt, und scheint durch dasselbe grau hindurch. Von

*) Gehlen's Journal für die Chemie und Physik. B. VI. S. 711.

β) Schweigger's neues Journal für Chemie und Physik. B. VI S. 177 ff.

der Grenze dieſes ſchwarzen Nebenbildes iſt das weiße Hauptbild mit dem weißen Nebenbilde der untern Hälfte des weißen Vierecks bedeckt, und erſcheint vollkommen weiß. Endlich iſt von dieſer Grenze an das Hauptbild des ſchwarzen Grundes mit dem weißen Nebenbilde der obern Hälfte des weißen Vierecks bedeckt, und erſcheint gleichfalls grau.

3. Wäre das weiße Viereck nicht größer genommen worden, als die Größe der durch den gegebenen Doppelſpath bewirkten Abweichung, d. h. als die Entfernung des Nebenbildes eines Punktes von dem Hauptbilde deſſelben Punktes beträgt, ſo würde man in der oben gewählten Lage des Doppelſpaths nur zwey graue dicht an einander gränzende Bilder erhalten haben. — Das untere würde das weiße Hauptbild ſeyn, mit dem ſchwarzen Nebenbilde des unten daran grenzenden ſchwarzen Grundes ganz überdeckt; das obere graue Viereck hingegen würde das weiße Nebenbild des weißen Vierecks ſeyn, ganz über den ſchwarzen Grund hingeführt.

4. Bey noch größerer Breite der durch den Doppelſpath bewirkten Ablenkung der Bilder, als die Länge der Seite des Vierecks beträgt, würde ſich zwiſchen beyden grauen Bildern ein ſchwarzer Streifen eingefunden haben.

5. Vergleicht man die grauen Bilder in Rückſicht auf die Intenſität des Grau mit einander, ſo bemerkt man einen deutlichen Unterſchied. Das untere Bild iſt unverkennbar grauer, d. h. hat mehr Schwarz beygemiſcht, als das obere graue Bild, dem mehr Weiß beygemiſcht iſt.

6. In dieſen Verſuchen gilt es allgemein, daß, wenn ein ſchwarzes Nebenbild über einen weißen Grund geführt wird, daß dadurch entſtandene graue Bild dunkler grau erſcheint, als wenn ein weißes Nebenbild über einen ſchwarzen Grund geführt wird. Das dadurch entſtandene Bild iſt immer heller grau, gleichſam weißer.

Herr Pfaff hatte diese Erscheinungen anfänglich durch das Zusammenwirken eines schwarzen und weißen Bildes auf dieselbe Stelle der Netzhaut durch eine wahre Mischung eines positiven Schwarz mit einem positiven Weiß zu erklären gesucht. Ein ferneres Nachdenken aber hatte ihn überzeugt, daß sie sich naturgemäßer aus dem bloßen weißen Lichte ableiten lassen, und daß das schwarze Bild, der schwarze Grund, hiebey blos auf eine negative Weise wirksam sey.

Er bemerkt, daß zwar die Optiker, welche von den Doppelbildern des Doppelspaths handeln, und dabey fast immer nur mit schwarzen Punkten zu thun hätten, diesen schwarzen Punkten ein positives Verhältniß gegen den Doppelspath zugeschrieben hätten, und um den ganzen Vorgang recht anschaulich zu machen, sogar Strahlen von diesen schwarzen Punkten ausgezogen hätten; allein man könne eine solche Construction der Erscheinungen in aller Strenge nicht gelten lassen, sobald man diese Punkte als wirklich schwarze lichtlose betrachte. Alle durch dergleichen Strahlen zur deutlichen Anschauung gebrachten Brechungen und Verrückungen dürften sich nur auf weiße oder farbige Bilder beziehen, und der schwarze Grund, das schwarze Bild, dürfte nur auf solche Art in die Construction des Phänomens aufgenommen werden, daß von den Punkten des Raumes aus, wohin sie fielen, keine Strahlen nach dem Doppelspath gelangten, und durch ihn hindurchgingen.

Diesem zu Folge erklärt nun Herr Pfaff die angeführten Erscheinungen auf folgende Art:

In der Erscheinung 2. entsteht die graue Farbe des untern Rechteckes (fig. 28.) abef dadurch, daß wir diese untere Hälfte, statt das ungetheilte weiße Licht zu sehen, nur durch die eine Hälfte (nach Malus den einen Pol) des weißen Lichtes, nämlich den gewöhnlich gebrochenen Strahl erblicken, zu welchen sich von unten her, wo der schwarze Grund angrenzt, kein weiteres Licht mischen kann, um gleichsam den Verlust, den es

durch den Abgang des ungewöhnlich gebrochenen Strahls erlitten hat, zu ersetzen; dieselbe Erklärung gilt für das obere Rechteck c d g h, welches das von ungewöhnlich gebrochenen Strahle herrührenden Nebenbild der obern Häfte des Vierecks ist, und das wir gleichfalls, statt das ungetheilte volle Licht zu sehen, blos durch die andere Hälfte (den andern Pol) desselben, nämlich den ungewöhnlich gebrochenen Strahl erblicken, ohne daß von dem unter ihm befindlichen schwarzen lichtlosen Grunde Licht hinzukommen könnte, um den Verlust, den dieser Pol durch das Zurückbleiben des gewöhnlich gebroche-Lichtstrahls erlitten hat, zu ersetzen. In diesem Falle kann man also mit Recht behaupten, daß das weiße Licht in ein doppeltes Grau entfaltet worden sey, das einiger Maaßen in einem polarischen Gegensatz sich befindet.

I. Betrachtet man ein schwarzes Viereck auf weißem Grunde durch einen Doppelspath, auf dieselbe Art, wie oben N. 1 und 2, so sind auch hier zwey Haupt- und zwey Nebenbilder zu betrachten, von denen immer das eine über das andere gleichsam hingeführt wird. Das schwarze Nebenbild scheint nämlich über den weißen Grund oder über das weiße Hauptbild, und in derselben Richtung von unten folgend, das weiße Nebenbild des an das schwarze Viereck grenzenden weißen Grundes über den schwarzen Grund hingeführt. Ist die Größe der Ablenkung oder der Entfernung der Bilder von einander durch die Spaltung des Strahls, gleich der Seite des Vierecks, so entstehen zwey graue Vierecke, an welchen das durch die scheinbare Bedeckung des weißen Grundes durch das schwarze Nebenbild hervorgebrachte etwas dunklere grau als dasjenige ist, das aus der Bedeckung des schwarzen Hauptbildes durch das weiße Nebenbild zu entstehen scheint. Wäre die Weite der Ablenkung der Bilder von einander geringer als die Länge des Vierecks, so fällt zwischen die beyden grauen Bilder ein vollkommen schwarzes Rechteck. Ist

dagegen die Weite der Ablenkung der Bilder von einander größer, als die Länge des Vierecks, so sind die beyden grauen Bilder durch einen weißen Zwischenraum von einander getrennt.

Auch bey diesen Erscheinungen (1) ergiebt sich das doppelte Grau aus dem weißen Lichte. Das untere graue Rechteck nämlich ist das vom ungewöhnlich gebrochenen Strahle herrührende Nebenbild des unten angrenzenden weißen Grundes, zu dem sich, wegen des unter ihm sich befindenden schwarzen Bildes, kein neues Licht hinzugesellen kann, um den Verlust, den es durch den Abgang des zurückgebliebenen gewöhnlich gebrochenen Strahls erlitten hat, zu ersetzen. Dagegen ist das obere graue Rechteck das Hauptbild des an das schwarze Viereck oben angrenzenden weißen Grundes, das wir gleichfalls nur durch die eine Hälfte, den einen Pol des weißen Lichts, nämlich durch den gewöhnlich gebrochenen Strahl, und daher grau erblicken, weil sich von dem unten angrenzenden, schwarzen, licht losen Bilde kein ungewöhnlich gebrochenes Licht beymischen kann, um diesen Abgang zu ersetzen. Daß diese Ansicht die richtige sey, erhellet besonders auch daraus, daß die Erscheinung in Fig. 27. unverändert bleibt, wenn der Doppelspath mit seiner untern Fläche auf das Viereck so ausgesetzt wird, daß der untere Rand der erstern, mit dem untern Rande des Vierecks genau zusammentrifft, und sammt der Wirkung des unten angrenzenden schwarzen Grundes ganz ausgeschlossen bleibt.

Die Nro. 2. 3. 4 und I. angeführten Bilder zeigen aber noch etwas besonders Bemerkenswerthes, nämlich farbige Säume nach einer gewissen Richtung hin. Bey der Anstellung des Versuchs auf die angegebene Weise Nro. 1. 2. zeigen sich nämlich an zwey Rändern sehr bestimmte farbige Säume, nämlich in (fig. 28.) ef ein rother und gelber, so daß diese beyden Säume deutlich an dem untern Rande des weißen Rechteckes erscheinen, der rothe zu unterst, wo dieses Rechteck an das untere Graue unmittelbar angrenzt, und ein vio-

letter Saum an der obern Grenze g h, deſſen Grenze weniger ſcharf beſtimmt iſt, weil er in das Schwarze einiger Maaßen hineinſtrahlt. Die vertikalen Ränder a g und b h ſo wie die horizontalen a b und c d ſind dagegen ganz ohne Farbe. Verändert ſich die Lage des Hauptſchnitts des Rhomboeders gegen die Seiten des Vierecks, ſo verändert ſich auch die Lage der farbigen Säume. Iſt der Hauptſchnitt des Rhomboeders parallel mit der Diagonallinie des Vierecks, ſo ſind alle Ränder gefärbt u. ſ. w. Dieſe farbigen Säume, welche nur am Nebenbilde, und nicht am Hauptbilde vorkommen, beweiſen daher eine merkwürdige Eigenthümlichkeit des ungewöhnlich gebrochenen Strahls, durch die er ſich noch neben der ungewöhnlichen Brechung von dem gewöhnlichen Strahl unterſcheidet. Es iſt bekannt, daß mit jeder Brechung Farbenzerſtreuung gegeben iſt, eben ſo bekannt iſt es aber auch, daß beym Durchgange durch ein mit parallelen Ebenen begrenztes dichteres Medium die Farbenzerſtreuung, die beym Eingange verurſacht wurde, durch die Brechung in entgegengeſetzter Richtung beym Ausgange wieder aufgehoben wird, und der weiße Strahl, als weißer wieder austritt. So verhält ſich der dem gewöhnlichen Brechungsgeſetz unterworfene Strahl, und das durch ihn erzeugte Hauptbild erſcheint daher wegen des Parallelismus der beyden brechenden Flächen des Rhomboeders vollkommen weiß.

Auch der ungewöhnlich gebrochene weiße Strahl wird, wie Fig. 27. zeigt bey ſeinem Eingange in das brechende Mittel in ſeine farbigen Strahlen zerlegt. Man nehme einen Punkt in dem hintern Rande des weißen Vierecks an, da wo der ſchwarze Grund unmittelbar davon grenzt; a b iſt der gewöhnlich gebrochene Strahl, und das Auge ſieht das Hauptbild des Punkts in der unveränderten Richtung des Strahls, da ein ſenkrechter Strahl angenommen iſt. Der ungewöhnlich gebrochene Strahl wird neben der ungewöhnlichen

Brechung auch zugleich in Farben zerlegt, der violette wird am meisten abgelenkt, der rothe am wenigsten, jener nimmt die Richtung a s, dieser die Richtung a r. Bey dem Austritte aus dem Rhomboeder wird jeder der beyden Strahlen wieder in einer mit der ursprünglichen, folglich in diesem Falle mit der senkrechten parallelen Richtung gebrochen, der violette Strahl nimmt also die Richtuug v s, und der rothe Strahl nimmt die Richtung r t, und bey diesen Richtungen ist auch der violette Strahl im Verhältniß seiner größern Brechbarkeit mehr, der rothe weniger gegen das Perpendikel zu gelenkt. Mit diesem Gange der Strahlen sind nun auch unmittelbar die farbigen Säume in der gesetzmäßigen Ordnung gegeben, in welcher sie vorkommen. Es finden daher diese farbigen Ränder ganz dieselbe Erklärung, wie die farbigen Ränder, die sich an einem weißen Streifen auf schwarzem Grunde, oder einem schwarzen Streifen auf weißem Grunde zeigen, den man durch ein Prisma betrachtet.

Auch in (1) beziehen sich die farbigen Ränder auf die Richtung, in welcher die Verrückung geschieht, und verhalten sich begreiflich ihrer Lage nach auf eine entgegengesetzte Weise. Sie finden sich ebenfalls an den Nebenbildern, aber nur scheinbar am schwarzen Nebenbilde, sie gehören in der That den weißen Nebenbildern an.

Betrachtet man durch einen Doppelspath farbige Vierecke auf weißem und schwarzem Grunde, so werden dergleichen Versuche nur dadurch lehrreich, daß man hier willkührlich neue Farben hervorbringen kann, indem man die Nebenbilder von gewissen Farben über die Hauptbilder von andern Farben hinführt. Wählt man z. B. ein blaues und rothes Viereck neben einander, und beträgt die Ablenkung der Bilder nicht mehr, z. B. als die halbe Länge des einzelnen Vierecks, so erhält man, wenn die Verrückung genau in horizontaler Richtung etwa nach der linken Seite geschieht, fünf

verschiedene gefärbte Rechtecke, wovon jedes die Hälfte der farbigen Vierecke ist. Das erste von der linken zur Rechten ist, wenn nämlich das rothe Viereck links liegt, sehr blaßroth, wo nämlich das rothe Nebenbild über das weiße greift; das zweyte hat seine unveränderte rothe Farbe, weil roth über roth geführt ist; das dritte besitzt die schönste Purpurfarbe, weil hier blau über roth greift; das vierte hat die unveränderte blaue Farbe, weil blau über blau geführt ist; das fünfte endlich zeigt eine sehr blaßblaue Farbe, weil weiß blau bedeckt. Wenn man dieselben farbigen Vierecke auf schwarzem Grunde durch den Doppelspath betrachtet, so verdunkelt und verdüstert der dunkele Grund die Farbe des ersten und fünften Bildes in eben dem Verhältnisse, in welchem der weiße Grund dieselben erhellet und gleichsam verdünnt hat. Die farbigen Säume erfolgen nach denselben vorhin angeführten Gesetzen, indem auf weißem Grunde die farbigen Vierecke sich wie ein Dunkler, auf schwarzem Grunde, wie ein Helles, verhalten; doch sind sie in diesen Versuchen nicht so auffallend, weil sie sich mit den eigenthümlichen Farben der Vierecke vermischen.

Hat man auf diese Art eine Reihe von farbigen Vierecken von verschiedener Farbe neben einander, so kann man durch diese Verrückungen und Uebereinanderführungen eine große Mannigfaltigkeit von manchen Farbennüancen hervorbringen.

Ueber die von Martin beobachtete Vervielfältigung der Bilder durch den Doppelspath sind nach der Zeit keine besondere und erweiterte Untersuchungen angestellt worden. Erst im Jahre 1806 stellte der Herr Prof. v. Münchow *), damals in Jena, einige Beobachtungen über die Versechsfachung der Bilder durch isländischen Krystall an, welche selbst seiner Meinung nach mit den angeführten Erscheinungen des Herrn

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XLIV. S. 24 ff.

Prof. Pfaff sehr wahrscheinlich im Zusammenhange stehen.

Den Krystall, durch welchen v. Münchow zuerst die sechsfachen Bilder wahrnahm, durchsetzte sprungartig eine Ebene MHON (fig. 27.), welche vier der Seitenflächen des Krystalls in den geraden Linien NM, MH, HO und ON schnitt. Was sich nach einigen, so genau als möglich angestellten Messungen für die Lage dieser Ebene ergab, läßt sich am leichtesten verstehen, wenn man sich einen überall von congruenten Rhomben eingeschlossenen Krystall (fig. 28.) ACDGBFEH vorstellt; die angeführte Ebene würde dann durch zwey gegenüberstehenden Kanten EF und CD gehen, welche den ganz stumpfwinklichten Ecken A und B nicht angehören. Hiernach ist die Ebene CDFE ein Rechteck, welche den Winkel der beyden Seitenflächen CDBH und CDAG halbirt. Nach den Hauy'schen Abmessungen macht die erwähnte Ebene mit jeder der Seitenflächen des Krystalls, durch deren Kanten EF und CD sie in fig. 28. geht, einen Winkel von 37° 45′ 40″. Diese Ebene, wenn sie auch nicht den Krystall gerade diagonal durchschneidet, benennt Herr v. Münchow mit dem Ausdrucke Diagonaldurchgang. Die Lage dieses Durchschnitts ist jedoch in Hinsicht der Form des Krystalls nicht individuell, indem dieselben Kennzeichen der Lage auf drey unter einander nicht parallele Durchgänge passen; nämlich, außer dem beschriebenen auf einen durch die Kanten GF und CH, so wie auf einen durch HE und DG gehenden. Daher vermuthet v. Münchow, daß in der Natur Krystalle vorkommen können, worin sich von den eben angeführten Arten nicht paralleler Diagonaldurchgänge zwey oder alle drey zugleich befinden. Diese Vermuthung erhält nach ihm eine große Wahrscheinlichkeit aus Martin's Beobachtungen.

Wurde das Auge über den Raum (fig. 27.) HMAK gebracht, und der Krystall mit der gegenüber-

stehenden Fläche CBED gegen eine Lichtflamme, oder einem sehr hellen Gegenstand auf dunklem Grunde so gewendet, daß eine vom Gegenstande nach dem Auge gezogene gerade Linie mit einer der Kanten KE, AD, FC oder GB parallel die beyden Seitenflächen CBED und GFKA durchschnitt, so erschienen drey Paar Bilder der Lichtflamme oder des Gegenstandes. Die beyden Bilder jegliches dieser Paare lagen ungefähr nach der Richtung der Axe des Krystalls, also auf ähnliche Art dicht an einander; eine in der Seitenfläche FGKA aber durch ähnlich liegende Punkte der Projectionen aller drey Paare gezogene gerade Linie schnitt die Kanten FG und AK ziemlich genau senkrecht. Das mittelste Paar gehörte der gewöhnlichen Verdoppelung an, und war ungefärbt; die andern Paare zeigten sich mit prismatischen Farbensäumen, und zwar so, daß die rothen Säume dem ungefärbten mittelsten Paare zugekehrt, die violetten ihm also abgekehrt waren.

Wurde der Krystall um eine den Kanten KE, GB, AD, FC, parallele gerade Linie wie um eine Axe gedrehet, so drehten sich die beyden gefärbten Seitenpaare um das mittelste ungefärbte Paar dergestalt, daß die Linie, in welcher sich die Bilder befanden, stets die Kanten GF und AK senkrecht schnitt. Die Bilder jedes der beyden Seitenpaare lagen dabey fast eben so an einander, wie die des mittelsten Paares, d. i. ungefähr nach der Richtung der Hauptaxe des Krystalls. Nennt man Kürze halber die gefärbten Bilder Nebenbilder, die ungefärbten Hauptbilder, so liegen stets zwey Nebenbilder, nämlich aus jedem Paare eins, mit einem der Hauptbilder in gerader Linie neben einander.

Wurde der Krystall gegen die Lichtflamme so gehalten, daß die von derselben nach dem Auge gehenden Strahlen innerhalb des Raumes GFMH aus dem Krystall ins Auge kamen, mithin den Diagonaldurchgang nicht schnitten, so erschienen blos zwey ungefärbte

Bilder der Flamme ungefähr nach der Richtung der Axe des Krystalls neben einander wie vorher die Hauptbilder.

Sahe man durch den Krystall so, daß die Fläche CBED gegen das Auge, und die gegenüber stehende Fläche FGKA gegen die Lichtflamme gekehrt war, so zeigte sich überall wieder die Versechsfachung, wenn die Lichtstrahlen innerhalb des Raumes MHKA in den Krystall eintreten und ihn innerhalb des Raumes CBON verließen, in welchen Fällen sie den Diagonaldurchgang schneiden mußten.

Traten aber die Strahlen innerhalb des Raums FGHM in den Krystall und verließen ihn innerhalb dns Raums CBON, schnitten mithin den Diagonaldurchgang nicht, so zeigten sich auch nur die von der gewöhnlichen Verdoppelung bewirkten ungefärbten Bilder.

Es erschien die Versechsfachung der Bilder wiederum, wenn der Krystall so zwischen das Auge und die Lichtflamme gebracht wurde, daß die von der Flamme nach dem Auge gezogene gerade Linie die Flächen GFBC und AKED parallel mit den Kanten GK, FA, BE und CD schnitt, man mochte nun die Fläche AKED oder die Fläche FGBC gegen das Auge kehren, und zwar gab es in dieser Lage keine Stelle für das Auge, wo der Gegenstand sich nicht versechsfacht gezeigt hätte, so wie denn auch die Lichtstrahlen in dieser Lage überall den Diagonaldurchgang schneiden mußten.

Ueberhaupt erfolgte stets nur eine Versechsfachung der Bilder, wenn die Lichtstrahlen, welche von dem durch den Krystall beobachteten Gegenstande nach dem Auge hingebrochen wurden den Diagonaldurchgang durchschnitten hatten; es zeigte sich daher offenbar dieser Durchgang als die Bedingung jener Versechsfachung.

Zur Bestätigung untersuchte nun v. Münchow mehrere Krystalle, und fand an allen, welche Diagonaldurchgänge besaßen, dieselben Erscheinungen und auf

dieselbe Art; an den übrigen aber nichts von einer Versechsfachung.

Jetzt ließ er einen Sonnenstrahl im finstern Zimmer durch den Krystall ungefähr so gehen, wie im vorigen die von der Lichtflamme ausgehenden Strahlen, und fand alle Erscheinungen den eben angezeigten völlig analog. Schnitt nämlich der Sonnenstrahl den Diagonaldurchgang, so erschienen sechs Bilder der Oeffnung zu drey Paaren geordnet, zwey Paar prismatisch gefärbte und ein mittleres ungefärbtes, auf die vorhin beschriebene Art neben einander, und so, daß die rothen Säume der Nebenbilder wieder den Hauptbildern zugekehrt waren.

Gieng der Weg des Sonnenstrahls nicht durch den Diagonaldurchgang, so erschienen nur die von der gewöhnlichen Verdoppelung herrührenden ungefärbten Bilder so neben einander, wie bey den vorigen Versuchen.

Wurde ein undurchsichtiger Körper dicht an der Hinterfläche des Krystalls langsam in die aus dem Krystall hervortretenden Strahlen gerückt, so verschwand zuerst das äußerste nach diesem Körper zu liegende Nebenbild, dann beym weitern Fortrücken das Hauptbild dieses Nebenbildes, darauf das andere zu diesem Hauptbilde gehörige Nebenbild und hierauf endlich die drey übrigen Bilder nach einander und von der Seite her, von welcher der undurchsichtige Körper am Krystall fortgerückt wurde. Demnach verließ von den Strahlen, durch welche die Haupt- und Nebenbilder bewirkt wurden, jeder insbesondere an einer besondern Stelle den Krystall, so daß also die Zertheilung des durchgehenden Strahls schon innerhalb des Krystalls geschehen seyn mußte.

Ueberhaupt ließen alle mögliche verschiedentlich abgeänderte Umstände dem Herrn v. Münchow schließen, daß die Bedingung der Versechsfachung innerhalb des Krystalls am Diagonaldurchgang zu suchen sey.

Um nun auf die Art, wie der Diagonaldurchgang die beschriebenen Erscheinungen bewirke, sicherer schließen zu können, zeigte v. Münchow.

1. Daß die ungefärbten Hauptbilder der gewöhnlichen Verdoppelung zugehören, und daß die sie bewirkenden Strahlen keine Veränderung ihrer Richtung am Diagonaldurchgang erleiden.

2. Daß der Diagonaldurchgang die Nebenbilder nicht durch Spiegelung bewirke.

Wenn daher die Zertheilung der Strahlen am Diagonaldurchgang erfolgen soll, so muß der Grund der Versechsfachung in besondern Brechungen an diesem Durchgange zu suchen seyn. Der Herr v. Münchow hat dies letztere ziemlich vollständig darzustellen und zu erweisen gesucht, und zugleich nachgewiesen, wie für die angeführten Lagen des Krystalls und für das Hauptbild von gewöhnlicher Brechung, sowohl beym Durchgange eines Sonnenstrahls, als auch bey der Betrachtung eines leuchtenden Punkts durch den Krystall die Farbenerscheinungen der Nebenbilder mit der Art der Brechungen am Diagonaldurchgange zusammenhängen.

Bey einer gewissen Lage des Krystalls in Beziehung auf die durchgehenden Strahlen zeigt der Herr v. Münchow, daß, wenn der Abstand des leuchtenden Punkts vom Krystall geändert wird und die Nebenbilder mit den Hauptbildern eine veränderte Lage erhalten. Sie werden sich von den Hauptbildern zu entfernen scheinen müssen, so bald der leuchtende Punkt vom Krystall in einer solchen Richtung entfernt ist, daß die ungefärbten Bilder ihre Stellen behielten. Wird aber der leuchtende Punkt in derselben Richtung dem Auge genähert, so erfolgt alles auf entgegengesetzte Weise, bis endlich, wenn der Gegenstand ganz nahe an der Rückseite des Krystalls sich befindet, die Nebenbilder fast ganz ihre Hauptbilder bedecken, und diesen dadurch ihre Farben mittheilen. Unter solchen Umständen, meint v. Münchow, habe der Herr Prof. Pfaff

die von ihm angeführte Erscheinung aufgefaßt, und früher hin auch der Akademiker Herr Ritter. Es konnten daher beyde verleitet werden zu glauben, daß auch die Bilder der gewöhnlichen Verdoppelung nicht ohne farbige Säume seyen.

Wurde aber der Krystall vor dem Auge um eine Linie gedreht, welche den auf einem gewissen Schnitt des Krystalls senkrecht stehenden Kanten parallel ist, so erfolgten ebenfalls Veränderungen in Ansehung der Lage der Hauptbilder mit den Nebenbildern. In dem einen Falle schienen sich die Nebenbilder von den Hauptbildern zu entfernen und in dem andern sich wieder zu nähern. Hierbey zeigten sich aber noch einige andere Erscheinungen, welche vorzüglich merkwürdig waren. Kam man nämlich bey dieser Drehung der Lage nahe, in welchen die zu den Hauptbildern gehörigen Strahlen, einen rechten Winkel mit den Diagonaldurchgang machten, so verschwanden beyde Nebenbilderpaare, die sich bis dahin den Hauptbildern anfangs schneller, dann langsamer genähert hatten, nachdem sie kurz vor ihrem Verschwinden immer schwächer geworden. Bey fortgesetzter Wendung nach eben der Seite kamen sie, anfangs schwach, dann stärker wieder zum Vorschein. Trafen aber jetzt die Strahlen der Hauptbilder auf den Diagonaldurchgang fast genau senkrecht, so erschienen jene Nebenbilder stillstehend, mehrere Mal ihre Farbe wechselnd, bald beynahe ganz apfelgrün, dann wieder in einem bloßen Carminroth. Bey den letzten Abwechselungen dieser Art nahmen auch die Hauptbilder an diesem Farbenwechsel Theil, nur auf entgegengesetzte Art, indem sie carminroth sich zeigten, wenn die Nebenbilder apfelgrün gefärbt waren, und umgekehrt. Wurde endlich das Wenden des Krystalls nach eben der Seite noch weiter fortgesetzt, so hörte der Farbenwechsel auf, die Hauptbilder erschienen wieder ungefärbt; die Nebenbilder in prismatischen Säumen; zugleich fingen die letztern an, sich von den Hauptbildern

zu entfernen. Von diesen Erscheinungen konnte v. Münchow zur Zeit noch keine genügende Ursache angeben.

Zuletzt zeigt v. Münchow noch, wie Martin's Beobachtungen mit den angeführten Erscheinungen zusammenhängen. Sehr wahrscheinlich hatte Martin seine Beobachtungen mit Krystallen angestellt, welche einen Diagonaldurchgang besaßen, und es ist leicht zu begreifen, daß sich aus solchen Stücken Krystall werden Prismen schleifen lassen, welche nur vervierfachen. Auch hat v. Münchow wahrscheinlich zu machen gesucht, daß derjenige Krystall, an welchem Martin eine Verzwölffachung der Bilder beobachtet hatte, zwey mit einander nicht parallele Diagonaldurchgänge nach den oben angeführten drey Richtungen gehabt hatte.

Zuletzt bemerkt v. Münchow, daß es Stücke von isländischen Krystall gebe, in welchen sich eine Ebene findet, welche zwey Medien von gleicher Beschaffenheit trennt, und doch das Licht von seinem Wege auf zwey verschiedene Arten ablenkt; die ferner einiges Licht massicirt durchgehen läßt, anderes dagegen bricht, das mit jenem zugleich, an denselben Stellen und unter demselben Einfallswinkel sie trifft.

Krystallisation (Zus. zu S. 193. Thl. III.) Herr Hauy hat in einem eigenen Werke *) von den Krystallformen der starren leblosen Naturkörper umständlich gehandelt. Nach ihm heißt die ganze Gestalt des Krystalls die sekundaire (äußere); die des Kerns die primitive, oder Kerngestalt. Selbst von dem Kerne behauptet Hauy, daß er sich weiter in kleine Theilchen von gleicher Gestalt und Größe zerlegen läßt, die er integrirende Molekule (Massentheilchen) nennt. Aus eben dergleichen Molekule bestehen auch die abgesonderten Blätter, folglich der ganze Krystall überhaupt.

*) Traité de Mineralogie. V. Volum. deutsch: Hauy's Lehrbuch der Mineralogie. Leipzig 1803.

Den Kern oder die primitive Form eines jeden Krystalls läßt sich finden, nachdem man die Blätter nach gehöriger Auffindung in ihrer Richtung und natürlichen Zusammenfügung mit einem schneidenden Instrumente ablöset. Dies Geschäft setzt man so lange fort, bis sich von den Flächen des äußern Krystalls nach allen möglichen Richtungen nichts mehr ablösen läßt, und man endlich auf einen regulairen Körper kömmt. Dieser ist bey allen Krystallen von Körpern, die derselben Gattung angehören, beständig ein und derselbe, so sehr sie auch sonst in Ansehung der äußern Form von einander verschieden wären.

Was die Massentheilchen anbetrifft, so sollen diese nach Hauy blos unter drey verschiedenen Gestalten vorkommen; nämlich als dreyseitige Pyramide, als dreyseitiges Prisma, und als vierseitiges Prisma.

Auf was für mannigfaltige Art die sekundären Gestalten durch das allmählige Anlegen von Blättchen oder Schichten, die den Kern umhüllen, hervorgebracht werden hat Hauy umständlich gehandelt:

Bemerkenswerth ist die Erscheinung, daß Krystalle von gleicher Grundmischung, einerley Kernform, und gleichförmige Massentheilchen besitzen, daß im Gegentheil die sekundairen Formen ungemein verschieden ausfallen können.

Eine mit Hauy's Theorie ähnliche Ansicht hat auch Guglielmini *) gegeben. Er bemerkt, daß die Grundanfänge des Kochsalzes, Vitriols, Alauns und Salpeters von ihrem ersten Entstehen an aus beständigen, unwandelbaren Principien gebildet sind, welche in Rücksicht der bestimmten Kraft, welche der Materie einwohnet untheilbar sind. Die Kerngestalt des Kochsalzes ist ein Würfel; des Vitriols ein rhomboidales Parallelepipedum; des Salpeters ein Prisma, dessen Basis ein gleichseitiges Dreyeck ist, und des Alauns eine vier-

*) De salibus, dissert. physica medico-mechanica. Venet. 1805.

seitige Pyramide. Von diesen Grundformen hängen diejenigen ab, welche sie beständig beym Krystallisiren annehmen, vorausgesetzt, daß sie möglichst frey von fremden Beymischungen erhalten wurden.

In den neuern Zeiten haben nach Herrn Hauy den wichtigen Gegenstand der Krystallisation besonders die Herren Haberle [α]), Bernhardi [β]), Weiß [γ]), Brochant de Villiers [δ]) und Hausmann [ε]) weiter zu vervollkommnen gesucht. Durch diese wurde der eigentliche und wesentliche Charakter der Krystallisation näher dadurch bestimmt, daß in selbiger nur solche Körper vorkommen können, welche durch ebene und glatte unter bestimmten Winkeln zusammenstoßende Flächen begrenzt sind. Kommen auch wirklich an den krystallisirten Mineralkörpern zuweilen gekrümmte Flächen vor, so sind diese nach Herrn Hausmann entweder nur scheinbar gekrümmt, indem sie durch mehrere, unter sehr stumpfen Winkeln zusammenstoßende, gerade Flächen gebildet werden; oder sie sind das Produkt einer nicht vollkommen regelmäßigen Wirkung der Krystallisationskraft, oder eines partiellen überwiegenden Einflusses der Kraft, die bey reiner, ungestörter Wirkung die sphärische Form bewirkt.

Um das Charakterische in der Bildung der äußerst mannigfaltigen Krystallisationen in der größten Allgemeinheit aufzufassen, machte zuerst Herr Hofr. Bouterweck auf einen dreyfachen Haupttypus, oder

---

α) Beyträge zu einer allgemeinen Einleitung in das Studium der Mineralogie. Weimar 1805.

β) Krystallogenie und Anordnung der Mineralien in Gehlen's Journal für die Chemie, Physik und Mineralogie. B. 8. S. 375. und B. V. S. 158 ff.

γ) In den Abhandlungen d. Kön. Akad. d. Wissenschaft. in Berlin v. d. Jahr. 1814–1815.

δ) Die Krystallisation in geometrischer und physikalischer Hinsicht, a. d. Französ. übersetzt von Kersten. 1820.

ε) Untersuchungen über die Formen der leblosen Natur. B. I. Götting. 1821. 4.

auf eine dreyfache Hauptverschiedenheit der plastischen Tendenz, welche sich in den krystallinischen Formen der Mineralkörper verräth, aufmerksam. Hiernach bemerkt Herr Hausmann, daß wir in den verschiedenen Krystallformen wahrnehmen.

1. Gleichheit unter den drey körperlichen Hauptdimensionen, oder doch wenigstens eine Annäherung zur Gleichheit;

2. vorherrschende Ausdehnung nach zwey Dimensionen;

3. vorherrschende Ausdehnung nach einer Dimension.

Die Anzahl der Krystallisationen, bey welchen Gleichheit unter den Hauptdimensionen in dem höchsten, bey geradflächigen Körpern möglichen Grade, Statt findet, und welche Hausmann mit dem Namen der isometrischen belegt, ist sehr gering. Sie beschränkt sich auf das reguläre Tedraeder, den Würfel, das reguläre Oktaeder, das Rhombendodekaeder und das Trapezoeder. Alle übrigen Krystallisationen entfernen sich von dieser Gleichheit der Hauptdimensionen mehr oder weniger.

Der zweyte Haupttypus der vorherrschenden Ausdehnung nach zwey Hauptrichtungen, wobey der Körper ein tafelähnliches Ansehen hat, findet sich hauptsächlich da, wo die horizontalen Flächen vorwalten. Der lineare oder prismatische Haupttypus ist am ausgezeichnetsten vorhanden, wo die vertikalen Flächen eine vorherrschende Ausdehnung haben.

Sonst finden aber unmerkliche Uebergänge von dem einen Haupttypus zum andern Statt; und selbst werden zuweilen die vollkommen isometrischen Krystallformen durch gewisse Abweichungen von der regelmäßigen Bildung, mit den tafelförmigen oder prismatischen Gebilden verknüpft. Die Uebergangsformen bieten Flächen dar, welche entweder einfachen Hauptformen oder Abänderungshauptformen angehören, und, je nachdem deren zwey oder mehrere verbunden sind, ist die

Uebergangsform einfach oder zusammengesetzt. Ein Beyspiel der erstern Art giebt der Würfel mit gleichwinklicht abgestumpften Ecken, und eins der andern Art der Würfel mit gleichwinklich abgestumpften Ecken und Kanten.

Herr Leblanc α) fand, daß die Krystallisationsfähigkeit mit der Zunahme des Flüssigkeitsdrucks erhöht wurde, und es war ihm dadurch möglich nach Willkühr Krystalle von jeder beliebiger Größe zu erhalten.

Auch wollte Herr Higgins β) bemerkt haben, daß irgend ein Druck, welcher dem der Atmosphäre gleich ist, z. B. der Druck einer Queckſilbersäule, einen Einfluß auf die Erzeugung der Krystalle habe. Herr Murray γ) sucht diesen Einfluß auf folgende Art begreiflich zu machen: Wenn man eine gesättigte Salzauflösung in ein Gefäß einschließt, und den Druck der Atmosphäre davon abhält, so kann man sich die aufgelöseten Theilchen, als in einer zu großen Entfernung von einander liegend gedenken, so daß die Anziehungskraft nicht im Stande ist, eine Vereinigung derselben zu bewirken. Läßt man dagegen den Druck der Atmosphäre oder einem diesem gleichen Druck auf die Oberfläche der Flüssigkeit wirken, so werden die Theile derselben, so wie die des in ihr befindlichen festen Körpers, einander näher gebracht, die Anziehung derselben kann sich daher wirksamer äußern, und die Krystallisation nimmt ihren Anfang.

Die kleinen Krystalle, welche sich an der Oberfläche bilden, dienen zu festen Punkten, von welchen aus andern Krystalle gebildet werden, und dies erstreckt sich durch die ganze Masse.

α) Journal de physique LV. S. 300.

β) Minutes of a society for philosophical experiments. p. 89.

γ) System of Chimistry. Vol. I. p. 38.

Ferner führt Thomson *) an: Man habe gefunden, daß diejenigen Salze, welche beym Erkalten krystallisiren, die krystallinische Form nicht so schnell annehmen, wenn man sie in verschlossenen Gefäßen erkalten läßt. Schüttet man z. B. eine Auflösung des schwefelsauren Natrums im heißen Wasser in eine Flasche, welche fest verkorkt ist, und die man, ohne sie zu bewegen, erkalten läßt, so werden ganz und gar keine Krystallen gebildet; in dem Augenblicke aber, wo man das Glas öffnet, krystallisirt das Salz mit einer solchen Schnelligkeit, daß die Auflösung gewisser Maßen fest wird. Man habe diese Erscheinung dadurch zu erklären gesucht, daß man angenommen, es finde eine Verwandtschaft zwischen den Salze und Wärmestoffe Statt, und daß so lange der Wärmestoff damit verbunden bleibe, keine Krystallisation erfolgen könne: daß dieser aber so schnell nicht entweiche, wenn der Zutritt der äußern Luft abgehalten werde, indem das Glas den Wärmestoff langsam annehme und ihn langsam wieder fahren lasse. Kurz die atmosphärische Luft scheine die wirkende Ursache zu seyn, bestimmt, den Wärmestoff aufzunehmen. Hierzu sey sie vorzüglich geschickt, weil sie bey jedem Zusatze von Wärmestoff eine Veränderung der Dichte erleide. Dieses werde durch die Menge von Wärmestoff, welche stets bey diesen plötzlichen Krystallisationen frey werde, bestätigt. Die Richtigkeit dieser Erklärung könnte durch einen Versuch geprüft werden, wenn man zwey Auflösungen des schwefelsauren Natrums in heißem Wasser in zwey ähnliche Gefäße vertheilte, von welchen das eine von Glas, das andere von Metall wäre, und man beyde auf dieselbe Art verschlösse. Krystallisirte das Salz im metallenen Gefäße, welches wegen der größern wärmeleitenden Kraft des Metalls der Fall seyn würde, während

*) System der Chemie, a. d. Engl. übersetzt von Wolff. B. 3. Abth. 1. S. 255.

röhre, vermittelst einer leichten Bewegung; eine Luftblase führte die Krystallisation nicht herbey; aber nach Hinzubringung einer neuen Menge kam die Auflösung schnell in einen festen Zustand. Nahm man sie auf dem Kochpunkte gesättigt, so krystallisirte sie fast augenblicklich im luftleeren Raume wie an der Luft.

Kohlensäuerliches Natrum und Borax verhielten sich fast auf dieselbe Weise. Indeß sah **Gay-Lussac** ersteres in einer Barometerröhre krystallisiren, ob es gleich nicht an der Luft krystallisirte.

Eine von 40° gesättigte Alaunauflösung krystallisirte nicht in zwey Röhren, von welchen die eine offen war; eine leichte Bewegung bestimmte die Krystallisation in beyden.

Salpeter in schwacher oder gesättigter Auflösung krystallisirte beständig auf dieselbe Art im leeren Raume und an der Luft; eben so verhielt es sich mit sehr schwach übersättigten Auflösungen von Baryt und Strontian, mit Kleesäure, mit salzsaurem Natrum und Ammoniak, mit salpetersaurem Bley und schwefelsaurem Kali. Zuletzt führt er noch an, daß gerade die salzigen Auflösungen, welche sehr schwer im leeren Raume krystallisiren, diejenigen sind, welche bisweilen an der Luft übersättigt bleiben.

Mit demselben Gegenstande hatte sich **Schweigger** ein Paar Jahre beschäftigt, und zwar in der Absicht, um sich von der Wahrheit des von ihm aufgestellten Satzes zu überzeugen, daß nämlich keine Krystallisation ohne Berührung mit einem festen Körper erfolgen könne. Hätte der Luftdruck, führt **Schweigger** an, Einfluß auf die Krystallisation, so wäre es nicht zu begreifen, warum Wasser u. s. w. im luftleeren Raume bey demselben Thermometergrad krystallisirt, bey welchem dieß unter Luftzutritt erfolgt *).

*) Journal für Chemie und Physik. B. IX. S. 79 ff.

Was die Glauberſalzauflöſung betrifft, ſo hat er den oben von Thomſon angeführten gewünſchten Verſuch angeſtellt, und das Flüſſigbleiben der überſättigten Auflöſung und ihre plötzliche Kryſtalliſation bey Einbringung eines Salzkryſtalls eben ſo gut in einem ſilbernen Becher, als in Glasgefäßen wahrgenommen. Ueberhaupt fand er, daß jedes kleine einfallende Stäubchen, beſonders eines Feuchtigkeit anziehenden Körpers die überſättigte und erkaltete Glauberſalzauflöſung zum Gerinnen bringen kann. Hieraus ließ ſich nun ſehr leicht erklären, warum die Auflöſung zugedeckt ſeyn muß, wenn ſie nicht von ſelbſt kryſtalliſiren ſoll. Daher war ſchon ein Blättchen Papier über das Glas gedeckt hinreichend, wenn auch von der Seite die Luft hinzukommen konnte, die Kryſtalliſation zu verhindern. Auch erfolgte keineswegs die Kryſtalliſation, wenn das Gefäß feſt verkorkt, und mit der gehörigen Vorſicht geöffnet wurde; ſo bald aber nur ein Stäubchen zur Auflöſung hinzukam, ſo erfolgte ſie augenblicklich. Eben ſo wenig bewirkte die galvaniſche Gasentwickelung an der überſättigten Glauberſalzauflöſung eine Kryſtalliſation, obgleich die Flüſſigkeit durch die in Menge aufſteigenden Gasblättchen in ihren kleinſten Theilchen bewegt wurde. Hieraus folgert Schweigger, daß die Luft als Luft keinen Einfluß auf das Auflöſungsvermögen des Waſſers habe. Da aber doch bey der Kryſtalliſation des Glauberſalzes die Luft eine gewiſſe Rolle ſpiele, ſo könne man wohl mit Recht fragen, auf welche Art ſie dabey wirke? Selbſt Davy hebe die Thatſache, deren Erklärung uns hier in Verlegenheit ſetze, mit folgenden Worten hervor: eine geſättigte Glauberſalzauflöſung warm in eine Fläche gegoſſen, die man offen läßt und unter einen Recipienten bringt, aus welchem man die Luft auspumpt, bleibt flüſſig nach ihrer Erkaltung; aber wenn man wieder Luft zutreten läßt, ſo kryſtalliſirt die Auflöſung augenblicklich. Um das Auffallende der Sache noch zu vermehren bemerkt noch Schweig-

ger, daß durch Hinzulassung der Luft die Temperatur der Luft vielmehr etwas erhöht werde (während die Krystallisation Verminderung erfordere). Uebrigens bemerke aber schon Davy, daß der Einfluß des Luftdruckes auf Verdampfung noch unmittelbarer sey, als auf Krystallisation. Um eine Erklärung des nur mittelbaren Einflusses der Luft auf die angeführte Erscheinung zu geben, führt Schweigger eine durch mehrere Physiker bewiesene Thatsache an, daß nämlich der Wasserdampf in Berührung mit Eis gefriere, während dasselbe Eis im Schmelzen begriffen, oder die Aufthauung schon vollkommen eingeleitet sey. Nehme man nun noch wie die Erfahrung lehre, hinzu, daß selbst feuerbeständige Salze aus ihren concentrirten Auflösungen durch Wasserdunst mit fortgerissen wurden, so sey es begreiflich, wie die Raschheit, womit der Salzdunst aus dem leeren Raume bey Luftzulassung niedergeschlagen werde, eine Krystallisation einiger auch noch so kleiner Theile veranlassen könne, welches hinreiche in der ganzen Flüssigkeit fortschreitende Krystallisation einzuleiten.

Gay-Lussac erwähne nichts von der Art, wie diese fortschreitende Krystallisirung erfolge nach Bildung des ersten Krystalls. Zuweilen könne es gelingen, den ersten krystallinischen Stern, der sich an die Drahtspitze, womit man die Auflösung berührte, angesetzt habe, zugleich mit dieser vollständig herauszuheben aus der Salzlauge und dadurch die fortschreitende Krystallisation aufzuhalten. Dies sey jedoch nun selten der Fall. Gewöhnlich bilde die Lebendigkeit, womit die angefangene Krystallisation fortgehe, einen überraschenden Anblick dar. Mehrmals aber, wo er langsamere Fortschreitungen, bey nicht besonders stark abgekühlten Salzlaugen, beobachten konnte, schien es ihm, daß nicht immer streng ein Krystall sich an den andern reiht, sondern bisweilen in einiger Entfernung sprungweise (wie durch elektrische Vertheilung hervorgerufen) ein

kryſtalliniſcher Stern hervortrete, der ſich dann anreihe an die frühern Gebilde. Es ſcheine daher bey Entſtehung der Kryſtalle die Elektricität mit im Spiele zu ſeyn, und die kryſtall-elektriſche Theorie erhalte dadurch eine Beſtätigung.

Auch Redman Cope *) hat ſich mit Unterſuchungen über den Einfluß, welchen der Luftdruck auf die Kryſtalliſation hat, beſchäftigt. Er bemerkte, daß Auflöſungen anderer in demſelben Grade wie Glauberſalz auflöslicher Salze, z. B. Salpeter und Salmiak, die unter denſelben Umſtänden, wie die Glauberſalzauflöſung, gemacht worden, kryſtalliſirten, auch wenn ſie gegen den Druck der Atmoſphäre vollkommen geſchützt waren. Glauberſalzauflöſungen, welche noch ſiedend heiß ſorgfältig verkorkt wurden, kryſtalliſirten wiederholt durchgängig, ohne daß ſie dem atmoſphäriſchen Drucke ausgeſetzt wurden, da im Gegentheil andere ganz auf ähnliche Art bereitete, vollkommen flüſſig blieben. In manchen Fällen fand die Kryſtalliſation Statt, wenn die Auflöſung geſchüttelt wurde; in andern war das Schütteln ohne Wirkung. Kurz mannigfaltig abgeänderte Verſuche boten ſo mannigfaltige Anomalien dar, daß ſich kein befriedigendes Reſultat ziehen ließ.

Cope nahm ferner folgende merkwürdige Erſcheinung wahr: Wenn ſich in Salzauflöſungen (entweder in verſchloſſenen oder nicht verſchloſſenen Gefäßen) regelmäßige feſte und durchſichtige Kryſtalle gebildet hatten, und die rückſtändige geſättigte Auflöſung durch irgend ein Mittel zum Kryſtalliſiren gebracht wurde, ſo bemerkte man einen augenblicklichen Verluſt der Durchſichtigkeit bey den zuerſt gebildeten Kryſtallen, welche nach und nach zu einer ſchönen, porzellanartigen Weiße zunahm. Dieſe Erſcheinung wurde unter dieſen Umſtänden jederzeit bemerkt. Nach Cope rührt dieſe Erſchei-

*) *Thomson's* Annals of Philosophy N. XXXII. p. 101 etc.

nung von dem allmähligen Entziehen des Krystallisationswassers her, welches den zuerst gebildeten regelmäßigen Krystallen von den in der zweyten Formation entstandenen geraubt wurde. Denn er fand in einem Versuche, als er die porzellanartige Masse im Wasser auflöste, und sie nachher regelmäßig krystallisiren ließ, daß das Gewicht der sich bildenden durchsichtigen Krystalle das der undurchsichtigen übertraf. Dies konnte nur daher kommen, daß sie das verlorne Krystallisationswasser wieder annahmen. Auf welche Art übrigens die Krystalle der zweyten Formation denen der erstern das Krystallisationswasser entziehen können, ist eine nicht leicht zu erklärende Erscheinung.

Aehnliche Erscheinungen bemerkte Kastner α) am salpetersauren Strontian, und die aus einem Pfunde kohlensaurem Strontian und nöthiger reiner Salpetersäure bereitete, klare Auflösung gab binnen 8 bis 10 Tagen undurchsichtige meist blendend weiße Krystalle; die überstehende vollkommen klare Mutterlauge setzte dann binnen ¾ Jahren keinen einzigen Krystall ab, entließ hingegen binnen 12 Stunden, nachdem er sie von den vorhandenen Krystallen ab und in ein anderes reines Zuckerglas gegossen hatte, eine schöne Gruppe kleinerer, vollkommen durchsichtiger und farbenloser Krystalle.

Ferner hat auch Daniell β) mehrere Bemerkungen über Krystallisation gemacht. Er suchte besonders zu zeigen, daß die Wirkung des Wassers und verschiedener Auflösungsmittel auf die Krystalle ein weit empfindlicheres Mittel an die Hand gebe, ihren Bau kennen zu lernen, als die mechanische Theilung. Nach ihm lassen sich alle von ihm angenommene krystallinische

α) Grundriß der Experimentalphysik. B. II. Heidelb. 1821. 8. S. 686 f.

β) Journal of science and the arts, edited at the Royal Institution of Great-Britain. N. I. p. 24.

Formen aus der Voraussetzung, daß die integrirenden Molekule Sphären sind, von der Anordnung der letztern nach ihrer Schwere, bloß durch Hinwegnahme oder Nichtbildung gewisser Winkel und durch die Entziehung einer gewissen Anzahl Wassertheilchen, während die Anordnung der übrigen Theile dieselbe bleibt, erklären.

Herr **Lüdike** *) hatte eine besondre Wirkung der magnetischen Polarität auf die Krystallisation von Salzen wahrgenommen. Er brachte in ein flaches Glasgefäß eine Auflösung von essigsaurem Bleyoxyd, salzsaurem Ammoniak, oder schwefelsaurem Eisenoxydul, von einer solchen Concentration, daß sie nach einigen Stunden Krystalle anzuschießen beginnt, und stellte dasselbe über die Pole eines Hufeisen-Magnets. Hier bemerkte er, daß an der Stelle des Bodens des Gefäßes, wo die magnetische Kraft zwischen den Polen die stärkste ist, keine Krystalle entstanden, sondern daß daselbst ein beynahe vollkommen reiner kreisförmiger Fleck sich zeigte, außerhalb welchem die Krystalle sich sammelten. In einem daneben gestellten Gefäß dagegen fand er den Boden gleichförmig mit Krystallen besetzt.

Ueber die Erzeugung erdiger und metallischer, nicht salziger Krystalle hat **Methuon** β) eigene Ideen aufgestellt, welche aus seinen Beobachtungen abzufließen schienen. Er meint, daß diese Krystalle nicht die unmittelbare Folge einer ungestörten Auflösung oder Schmelzung sind, sondern vielmehr das Produkt einer eigenthümlichen Zersetzung amorphischer, krystallisirbarer Masse, deren Theilchen sich während der Zersetzung nach gewissen Anziehungsgesetzen ordnen. Uebrigens geht dieser Prozeß auf trocknem Wege und an der Luft vor sich. Diese seine Ansicht gründet er auf folgende Thatsachen:

---

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXVIII. S. 74 ff.

β) Decouverte de la manière dont se forment les cristeaux terreux et metalliques non salices etc.

Als er sich auf der Insel Elba mit mineralogischen Untersuchungen beschäftigte, fesselte seine Aufmerksamkeit vorzüglich ein Block von Thonschiefer mit Schwefelkies. Bey genauerer Untersuchung fand er, daß mehrere haarförmige Alaunkrystalle von $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Zoll Länge seine obere Fläche bedeckten. Letztere sowohl, als auch die Seitenflächen des Steins waren bis auf $1\frac{1}{2}$ Zoll Tiefe im Zustande einer mehr oder weniger vorgeschrittenen Zersetzung. In den Zwischenräumen der Krystalle befand sich ein Staub, den er wegblies und bemerkte, daß der Wind schon vorher etwas davon um den Stein, als er auf der Erde lag, umhergestreut hatte. Als Werthuon diesen Stein in Verwahrung gebracht hatte, bemerkte er, daß die Krystalle täglich an Länge zunahmen, so wie auch die das Wachsthum derselben begleitende Zersetzung bedeutender wurde; bis nach Verlauf von zwey Monaten erstere beynahe noch einmal so groß geworden waren, und letztere in demselben Verhältniß vorgeschritten war. Diese Bemerkungen, welche er an diesem Steine in der freyen Luft wahrgenommen hatte, veranlaßten ihn, genauere Beobachtungen und Versuche anzustellen.

An einer aus Kieselerde und Kalkerde bestehenden Masse, von welcher er alle Spuren einer vorhergehenden Krystallisation entfernt hatte, zeigten sich nach einigen Wochen einige kleine Spitzen von Bergkrystall; nach und nach bildeten sich die pyramidalen Spitzen; auf diese folgte das Prisma. Die Masse nahm an Größe ab, so wie die Krystalle durchsichtiger wurden. Nach Verlauf von 23 Monaten, zu welcher Zeit Werthuon die Insel Elba verließ, hatten sich sechs schöne Quarzkrystalle von $\frac{2}{3}$ bis $\frac{3}{4}$ Zoll Länge, und $\frac{1}{3}$ Zoll in Durchmesser gebildet; der kieselkalkartige Stein war in demselben Verhältnisse ausgehöhlt. In diesem Falle schien eine Flüssigkeit an der Bildung der Krystalle Theil zu haben, denn ungeachtet die Lage des Gesteins so war, daß es von den Wellen nicht erreicht werden konnte; so

geschah es doch, daß der Schaum, vorzüglich bey stürmischer Witterung, öfters die Oberfläche benetzte.

Nachher hat Werhuon mehrere krystallisirbare und gestaltlose Massen zusammen vereint in den Kamin seines Zimmers aufgestellt, und nach Verlauf von mehreren Wochen Krystalle aller dieser Substanzen, welche aus der heterogenen Mischung hervorkamen, beobachtet, welche sich nach und nach vermehrten, und an manchem Gestein die ganze Oberfläche bedeckten.

Diese und ähnliche Beobachtungen überzeugten Werhuon, daß der natürliche Prozeß der Krystallisation ursprünglich mit einer theilweisen Zersetzung der Oberfläche des krystallisirbaren Minerals anfängt; daß von gewissen Stellen dieser Oberfläche, wo sie zuerst begonnen hat, die Zersetzung in geraden, schmalen Linien nach andern Stellen hin fortschreitet, welche ihrerseits ähnliche Linien aussenden, die zuweilen mit den vorhergehenden parallel sind, zuweilen sie unter rechten, spitzen oder stumpfen Winkeln durchkreuzen, u. s. f.

Aus diesen seinen Beobachtungen zieht er folgende Schlußfolgen:

1. Die Theile, welche sich an den Krystallen zuerst bilden, sind die Spitzen, Kanten und körperlichen Winkel.

2. Die Natur erzeugt durch einen directen Prozeß alle einfach und zusammengesetzte Krystalle, ohne erst einen Kern in letztern zu bilden.

3. Die Substanz, welche zur Bildung der Krystalle verwendet wird, befindet sich vorher in dem Zustande einer festen Masse, und beharrt während des ganzen Prozesses der Krystallisation in demselben Zustande. Man könnte sie die krystallisirbare Masse nennen.

4. Die krystallisirbare Masse ist es, welche durch Infiltration, die Klüften und Spalten der Gebürge und die Höhlungen der Felsen ausgefüllt hat, welche die Adern u. s. f. bildet.

Was die Kryſtallographie betrifft, ſo hat unſtreitig Hauy das große Verdienſt, daß er zuerſt gezeigt hat, aus einer Form einer Subſtanz, alle übrigen gegebenen mit mathematiſcher Strenge abzuleiten. Es iſt aber dieſe Form nicht, wie Herr Bernhardi α) ſehr gut gezeigt hat, von der Natur durch die Molekülen vorgeſchrieben, ſondern der Willkühr des Kryſtallographen überlaſſen, welcher nur diejenige zu wählen hat, die ihm dazu am bequemlichſten und tauglichſten dünkt. Bernhardi hat ferner gezeigt, wie Hauy's Methode, die Kryſtalliſationen mathematiſch zu beſtimmen, durch eine einfachere, und der Natur mehr angemeſſene, erſetzt werden kann. Er hat mehrere Gründe gegen Hauy's vorausgeſetzte Hypotheſe angeführt, und eine neue Methode in der Kryſtallographie angegeben. Zu dieſen Gründen hat noch Herr Hausmann mehrere hinzugefügt, welche ihn bewogen haben, von der Hauy'ſchen Methode über die Conſtruction der Kryſtalle und über ihre mathematiſche Beſtimmung abzugehn β). Zuletzt bemerkt Herr Hausmann noch, daß man um ſo mehr werde bewogen werden, Hauy's Anſicht zu entſagen, wenn man die Ueberzeugung gewinne, daß die Ausmittelung des mathematiſchen Zuſammenhanges unter den Kryſtalliſationen und die darauf ſich gründende Beſtimmung der Winkel, ungleich einfacher und leichter ſey, wenn man die Natur der Kryſtalle rein und frey von einer willkührlichen, nicht erweißlichen Hypotheſe auffaſſe; wenn man außerdem auch ſehe, wie gewiſſe Erſcheinungen an den Kryſtallen, die jene Hypotheſe zu erläutern ſcheine, weit ungezwungener ſich auf andere Weiſe erklären ließen. Hausmann hat eine eigene Methode angegeben, die allgemeinen Geſetze in den mathematiſchen Verhältniſſen auf die möglichſt ein-

α) Gehlen's Journal für die Chemie, Phyſik und Mineralogie B. V. S. 158. u. f.

β) Unterſuchungen über die Formen der lebloſen Natur. S. 247. ff.

sachste Art darzustellen. Sie ist zugleich auf die bis jetzt allgemein bestätigte Erfahrung gegründet, daß die mathematische Verbindung der krystallinischen Formen in einem innigen Verhältnisse mit der chemischen Beschaffenheit der Körper steht; daß sämmtliche Krystallisationen, welche unorganisirten Körpern angehören, die in Hinsicht des Wesentlichen ihrer Bestandtheile übereinstimmen und von allen übrigen Körpern sich unterscheiden, in einem solchen mathematischen Zusammenhange stehen. Alle Krystallisationen, einer lebloſen Substanz, ihre Mannigfaltigkeit mag noch so groß seyn, lassen sich von einander ableiten und auf eine gewisse Hauptform zurückführen, in welchem sich die Verhältnisse der Dimensionen und der damit verknüpften Neigungen der Begrenzungsflächen, am einfachsten darstellen.

Die Gesammtheit der einer lebloſen Substanz eigenthümlichen, in einem mathematischen Zusammenhange stehenden Krystallformen wird das **Krystallisationssystem** der Substanz genennt. Der Character eines solchen Systems liegt so wohl in den Beschaffenheiten der ihm angehörigen Formen, als auch in der Art ihrer Verknüpfung. Repräsentirt wird aber dieser Character durch die einfache Hauptform, von welcher sich alle übrige Formen mathematisch ableiten lassen. Jene, allen Krystallisationen eines Systems gleichsam zum Grunde liegende Form, in welcher die elementaren oder primären Verhältnisse der körperlichen Dimensionen und der Neigungen der Flächen liegen, von denen die Dimensions- und Winkelverhältnisse der übrigen Krystallformen sich herleiten lassen, heißt **Grund- oder Primärform**; alle übrige aber können **sekundaire** Formen genennt werden. Um die Neigungen der Flächen der Grundformen unter einander zu vergleichen; ja selbst eine Vergleichung der Neigungen der sekundären Flächen mit Nutzen anzustellen, dienet besonders die **Vertikallinie**, auf welche sich die Lagen aller Flächen

besonders beziehen, und welche die Hauptaxe heißt. Diese ist nicht allein wichtig bey Betrachtung der Form der Krystalle an sich, sondern auch in genetischer Beziehung, indem sie als die Krystallstütze anzusehen ist, gegen welche so wohl die Flächen in symetrischer Anordnung, unter gewissen Winkeln sich lehnen, als auch in welcher die Anziehungskräfte bey der Krystallbildung auf solche Weise sich vereinigen, daß sie gleichsam den Hauptfaden darstellt, der das ganze Gewebe des Krystallkörpers zusammenhält.

Es lassen sich folgende Hauptarten von Krystallisationssystemen unterscheiden:

1. Das isometrische System, welches das reguläre Oktaeder zur Grundform hat, dessen Axen einander gleich sind.

2. Das monodimetrische System, dessen Grundform das Quadratoktaeder ist, welches dadurch charakterisirt wird, daß die Länge der Hauptaxe von der Länge der beyden Nebenaxen abweicht, die einander gleich sind.

3. Das trimetrische System. Die Grundform ist das Rhombenoktaeder mit drey Axen von verschiedener Länge.

4. Das monotrimetrische System, für dessen Grundform das Bipyramidaldodekaeder anzunehmen ist, welchem in gewissen Fällen das Rhomboeder substituirt wird. Die Grundform hat vier Axen, von welchen die drey Nebenaxen einander gleich sind, aber von der Hauptaxe in der Länge abweichen.

Auch kann man hierüber die Schrift des Herrn Fried. Mohs *) nachlesen. Der Herr D. Brewster β) hat eine Zusammenstellung des optischen Systems

*) Die Charaktere der Classen, Ordnungen, Geschlechter und Arten, oder die Charakteristik des historischen Mineral-Systems. Dresden 1820. 8.

β) Gilbert's Annalen d. Physik. B. LXIX. S. 1 u. f.

mit den krystallographischen Systemen der Herren Hauy und Mohs geliefert, in welcher er bemerkt, daß das optische System eine auffallende Uebereinstimmung mit dem Systeme des Herrn Mohs besitze.

Die Erfahrung lehrt, daß Krystalle von qualitativ und quantitativ gleicher chemischer Mischung einerley Kerngestalt und gleichgeformte Massentheilchen besitzen; die sekundäre Form hingegen kann sich sehr verschieden zeigen. Hauy war aber auch der Meinung, daß dieser Satz umgekehrt wahr sey, daß nämlich gleiche Grundformen gleiche Zusammensetzung voraussetzen, d. h. dieselben Elemente verbunden in denselben Verhältnissen, oder daß eine Verschiedenheit der unregelmäßigen Grundformen auch eine Verschiedenheit in der Mischung anzeige, und setzte darin einen entscheidenden Charakter mancher Mineralien fest. Allein Bernhardi *) bemerkte schon, daß dieser Satz nicht fest stehe. Denn erstlich lasse sich die Möglichkeit, daß einerley unregelmäßiger Grundform, eben so gut wie der regelmäßigen, verschiedene Mischungen zum Grunde liegen können, gar nicht leugnen, so lange wir nicht in der Ursache der Krystallisation den Grund der Unmöglichkeit nachzuweisen vermöchten. Zweytens mache die Erfahrung wenigstens sehr wahrscheinlich, daß manche wesentlich verschiedene Substanzen einerley unregelmäßige Grundform besäßen. Hiebey führt er einige Versuche mit Mischungen von Kupfer- und Eisenvitriol, von Zink- und Eisenvitriol, und von Zink- und Kupfervitriol an, wobey die beyden erstern zu gleichen Theilen gemischt krystallinische Formen des Eisenvitriols, und die dritte krystallinische Formen des Kupfervitriols gaben u. s. f.

Herr Stromeyer β) hatte ebenfalls gefunden, daß zusammengesetzte Salzsubstanzen, welche viel von der

---

α) Gehlen's Journal für die Chemie, Physik und Mineralogie. B. VIII. S. 384 ff.

β) Gilbert's Annalen der Physik. B. XLIII. S 234.

einen und wenig von der andern Substanz enthalten, die Krystallgestalt von dieser annehmen können. Er glaubte aber hieraus schließen zu müssen: eine Substanz könne ein so bedeutendes Krystallisationsvermögen besitzen, daß sie mit einer andern gemischt, wenn sie auch von dieser um sehr viel an Masse übertreffen werde, demnach ihn die Krystallform mittheile und gleichsam vorschreibe.

Ferner hat auch Herr Beudant *) mehrere Versuche mit verschiedenen Salzmischungen angestellt, welche keineswegs mit dem von Hauy angeführten Salze zusammenstimmten. Eine Mischung von Eisen- und Zinkvitriol, obgleich in selbiger von diesem viel und von jenem wenig enthalten war, nahm dennoch die Krystallisation des Eisenvitriols an. Eben so nahm eine Mischung von wenig Eisenvitriol mit sehr vielem Kupfervitriol die Krystallform des Eisenvitriols an. Eine Mischung von Eisenvitriol mit einer Mischung von Kupfer- und Zinkvitriol, im Verhältnisse von 3 Theilen der erstern gegen 1 Theil der andern, gab immer noch Krystallisation des Eisenvitriols. Mischte er Eisen- Zink- und Kupfervitriol mit einander, so erhielt er aus einer solchen Mischung Krystalle, die 75 p. C. Zinkvitriol, 21 p. C. Kupfervitriol und 4 p. C. Eisenvitriol enthielten, und welche die Krystallform des Eisenvitriols hatten; ja er fand sogar, daß bey einer solchen Mischung die Menge des Eisenvitriols bis auf 2 bis 3 p. C. herunterſinken könne, und daß dennoch das Salz die Form des Eisenvitriols zeige.

Aus diesen und andern ähnlichen Thatsachen glaubte man, folgende Meinung als richtig anzunehmen, welcher selbst die französische Akademie beytrat, daß es nämlich chemische Verbindungen geben könne, worin ein Bestandtheil die Krystallform vorschreibe, wenn er auch nur in sehr geringer Menge darin enthalten sey, und

*) Annales de chimie et de physique To. IV. p. 72. sqq.

daß die andern Bestandtheile durchaus keinen andern Einfluß auf die Krystallform ausübten.

Diese Ansicht, welche man allgemein angenommen zu haben schien, glaubte dagegen Herr Mitscherlich in Berlin *) durch eine Reihe von Versuchen völlig widerlegt zu haben. Diese seine Versuche ließen ihn schließen, daß Körper von verschiedener Zusammensetzung eine gleiche Krystallisation annehmen können, und daß diese gleiche Krystallisation zwar wohl ein ähnliches inneres Verhältniß zwischen den Elementen bezeichnet, nicht aber dasselbe Element. Er hat gefunden, daß die arsenikfauren und phosphorfauren Salze von derselben Basis, in dem gleichen Sättigungsgrad, und mit derselben Anzahl Atome Wasser verbunden, auf dieselbe Weise krystallisiren, und einander auch darin gleichen, daß sie vorzugsweise auch dieselben sekundären Formen annehmen. Er hat dieses für die Salze, welche diese Säuren mit Kali, Natrum, Ammoniak, Baryt, Bleyoxyd bilden, so wie für ihre Doppelsalze mit Natrum und Ammoniak, bewiesen. Bey diesen Salzen ist es daher für die Krystallfigur gleichgültig, ob das Radikal der Säure Phosphor oder Arsenik ist, obgleich der Arsenik einen weit beträchtlichern Gewichtstheil in dem krystallisirten Krystall ausmacht, als der Phosphor. Aus dem besondern, was sich bey der Zusammensetzung der Arsenikfäure und Phosphorfäure zeigt, folgerte Mitscherlich, daß die Krystallform auf der Anzahl der Atome, und auf der Art, wie diese binairen Verbindungen vertheilt sind, beruht, daß aber die Verschiedenheit der Elemente dabey vielleicht keine Veränderung hervorbringt. Nun wählte er zu seinen fernern Ver-

*) Ueber die Krystallisation der Salze, in denen das Metall der Basis mit zwey Proportionen Sauerstoff verbunden ist, in den Abhandl. der phys. Classe der Berliner Akadem. d. Wiss. aus d. Jahren 1818-1819. S. 427 ff.: Sur la relation qui existe entre la forme cristalline et les proportions chimiques in den Annal. de chimie et de phys. To. XIV. p. 172. To. XIX. p. 350 ff.

ſuchen die Salze, welche verſchiedene Baſen mit Schwefelſäure bilden. Hiebey entdeckte er, daß ſchwefelſaures Zinkoxyd, ſchwefelſaures Nickeloxyd, und ſchwefelſaure Bittererde auf gleiche Art kryſtalliſiren, und ſämmtlich 14 Atome Waſſer enthalten. Es war daher hier gleichgültig, ob das Radikal der Baſis Zink, Nickel oder Magneſium war; die Kryſtallform war dennoch dieſelbe. Das ſchwefelſaure Eiſenoxydul und das ſchwefelſaure Kobaltoxyd kryſtalliſirten ganz auf dieſelbe Art, und enthielten 12 Atome Waſſer. Da Kalk, Bittererde, Zinkoxyd, Eiſenoxydul und Manganoxydul, in Verbindung mit Kohlenſäure, ſo oft in der Natur in verſchiedenen Verhältniſſen gemengt vorkommen, ohne weſentlichen Unterſchied in der Kryſtallform, ſo ſchloß Mitſcherlich, daß dieſe Baſen auch mit Schwefelſäure auf eine gleiche Art kryſtalliſiren werden. Nachdem er aber dieſe Salze unterſuchte, fand er, daß das Kalkſalz 4, das Manganſalz 8, und das ſchwefelſaure Kupferoxyd 10 Atome Waſſer enthalte, und daß die fehlenden Atome die Urſache der Verſchiedenheit der Form ſeyn müſſen.

Mitſcherlich ſuchte die angeführte Meinung mehrerer Naturforſcher durch folgende Beobachtungen noch weiter zu entkräften: Er fand, daß wenn zwey Salze A und B (von einer Säure aber von zwey verſchiedenen Baſen) mit einander kryſtalliſiren, und die Kryſtallform des Doppelſalzes dieſelbe iſt wie die des Salzes A für ſich, das Salz B nicht dieſelbe Anzahl Atome Waſſer enthalte, als es enthält, wenn es für ſich kryſtalliſirt, ſondern ſo viel als das andere Salz A enthält; ſo daß alſo das Doppelſalz gerade ſo viel Waſſeratome enthält, als es enthalten würde, wenn es ganz aus A beſtände; — ferner, wenn zwey Salze wovon das eine z. B. 5 Atome Waſſer, das andere 7 Atome Waſſer aufnehmen, mit einander gemiſcht ein Doppelſalz geben, welches alſo 6 Atome Waſſer enthält, ſo iſt die Kryſtalliſation deſſelben weder die des

einen noch die des andern von beyden Salzen, sondern diejenige, welche ein Salz mit 6 Atomen Wasser besitzt. So hat z. B. der Eisenvitriol 6 Atome, der Kupfervitriol 5 Atome Wasser; krystallisiren aber beyde zu einem Doppelsalz, so hat solches 6 Atome Wasser, also so viel als der Eisenvitriol für sich hat, und die Krystallform dieses Doppelsalzes ist die des Eisenvitriols. Ferner der Zinkvitriol enthält 7 Wasseratome; krystallisiren nun ungefähr gleiche Theile Kupfer- und Zinkvitriol mit einander, so erhält man ein Doppelsalz, welches 6 Atome Wasser enthält und weder die Krystallform des Zink- noch Kupfervitriols, sondern die des Eisenvitriols hat.

Aus diesen seinen Versuchen glaubte Mitscherlich schließen zu können, daß die aus mehreren Salzen gemengten Krystalle nicht Produkte einer chemischen Verwandtschaft sind, sondern bloß ein mechanisches Aggregat von gleichförmigen Materialien, deren verhältnißmäßige Quantität durchaus auf keinen chemischen Proportionen beruht, sondern bloß davon abhängt, in welcher Menge sie von der Flüssigkeit, welche sie krystallisirt, dargeboten werden.

Bey der Untersuchung der Doppelsalze, welche aus der Verbindung folgender Basen mit Schwefelsäure entstehen: die Verbindungen der Bittererde, des Zinkoxyds, des Nickeloxyds, Kobaltoxyds, Kupferoxyds, Eisenoxyduls und Manganoxyduls mit schwefelsaurem Kali und mit schwefelsaurem Ammoniak, fand Mitscherlich, daß alle 14 Salze absolut gleich krystallisiren, und daß 2 Atome Ammoniak zugleich mit 4 Atomen Wasser ohne Forms-Veränderung 1 Atom Kali ersetzen, und daß daher wasserfreyes schwefelsaures Kali nnd schwefelsaures Ammoniak mit 2 Atomen Wasser dieselbe Krystallisation haben. Alle Doppelsalze mit Kali enthalten 12 Atome Wasser, und die mit Ammoniak mithin 16.

Die 8 eben angeführten Basen, Kalk, Bittererde, Eisenoxydul, Manganoxydul, Zinkoxyd, Nickeloxyd, Kobaltoxyd und Kupferoxyd machen eine besondere Gruppe von gleich krystallisirenden Körpern aus, und werden von Mitscherlich isomorphore Körper genannt. Baryt, Strontian und Bleyoxyd bilden eine andere Gruppe; Eisenoxyd, Manganoxyd und Thonerde eine dritte u. s. w.

Herr Mitscherlich hat in seinen neuern Untersuchungen verschiedene Methoden angegeben, Krystallfiguren zu bestimmen und zu zeichnen, und aus seinen Versuchen die Zusammensetzung und Krystallform des arsenikſauren und phosphorsauren Kalis, Natrums und Ammoniaks, sowohl der sauren als der neutralen Salze, der neutralen Doppelsalze, welche diese Säuren mit Kali und Natrum und Ammoniak bilden, so wie die des arsenikſauren und phosphorsauren Bleyoxyds beschrieben. Er fand bey diesen Versuchen, daß die entsprechenden Salze einer und derselben Basis mit den verschiedenen Säuren in gleicher Form krystalliſiren, daß aber saures phosphorsaures Natrum, welches bisweilen in der Form krystalliſirt, wie saures arsenikſaures Natrum, und mithin mit diesem isomorph ist, in andern Fällen in einer ganz eigenen Form anschießt, welche sich nicht aus den beyden Salzen gemeinsamen Form ableiten läßt, und daß diese veränderte Form nicht etwa von einer Veränderung in der Neutralität des Salzes oder in dem Wassergehalt herrühre. Hieraus zieht Mitscherlich den Schluß, daß ein und derselbe Körper, welcher aus einerley Stoffen in gleichen Verhältnissen zusammengesetzt ist, zwey verschiedene Formen annehmen kann, die nicht als sekundaire von einer gemeinsamen primitiven Krystallfigur abgeleitet werden können. Er sieht dies für möglich gemacht an, durch die verschiedene relative Lage zwischen den Atomen, aus welchen der Körper zu-

sammengesetzt ist, und er leitet von einer ähnlichen Ursache die zwey verschiedenen Formen des Kalkspaths und des Arragonits her, in welchen sich der kohlensaure Kalk im Mineralreich krystallisirt findet. Er bemerkt, daß die Form des Arragonits der des natürlichen kohlensauren Strontians und des natürlichen kohlensauren Bleyoxyds gleicht, wie die des Bitterspaths der des Kalkspaths ähnlich ist, und er schließt daraus, daß die mit dem Arragonit isomorphen kohlensauren Salze auch möglicher Weise mit dem Kalkspath isomorph seyn dürften, ob sie gleich vorzugsweise die Form des Arragonits annehme, während der Kalk das Eisenoxydul, das Zinkoxyd und andere vorzugsweise die Form des Kalkspaths wählen, wodurch somit jede Classe von isomorphen Körpern eine weit größere Ausdehnung erhalten dürfte, als man anfangs vermuthen konnte. Bey Vergleichung der gleichen Krystallen fand er zuweilen, kleine aber constante Abweichungen in der Größe der Winkel, z. B. bey den neutralen arseniksauren und dem neutralen phosphorsauren Natrum, ähnlich denen, welche man bey dem Bitterspath und Kalkspath gefunden hat; bey den meisten waren jedoch die Winkel vollkommen gleich, d. h. die Unterschiede fielen innerhalb der Grenze der Beobachtungsfehler. Aus allen diesen Untersuchungen leitet er zuletzt folgendes Gesetz ab, welches zwischen der chemischen Zusammensetzung und der Krystallform Statt finden soll: **Eine gleiche Anzahl von Atomen, wenn sie auf gleiche Weise verbunden sind, bringt gleiche Krystallform hervor, und die Krystallform beruht nicht auf der Natur der Atome, sondern auf ihre Anzahl und ihre relative Verbindung unter einander.** Was die kleinen Abweichungen in den Winkeln betrifft, welche sich bisweilen finden, so müssen, setzt er hinzu, die Modifikationen, welche dieses Gesetz durch diese künftig erleiden kann, einer ausgedehnteren Erfahrung zur Entscheidung überlassen werden.

Von Seiten der Krystallographie haben die Herren Beudant und Hauy α) mehrere Einwürfe gegen die Richtigkeit der Beobachtungen Mitscherlich's gemacht. Unter andern führen sie an, daß die Grundgestalt des kohlensauren Bleyes bedeutend von kohlensauren Strontian und Baryt sich unterscheidet, obgleich nach Mitscherlich's Voraussetzung diese drey Salze dieselbe Grundgestalt haben sollten. Uebrigens bemerkt Beudant, daß alle Bestimmungen der Krystallgestalten der natürlichen Substanzen, welche Mitscherlich gegeben, unnöthig seyn; im Gegentheil erklärt er die von demselben angegebenen Krystallgestalten verschiedener künstlich dargestellten Salze für die richtigen, und läßt Mitscherlich's Untersuchungen Gerechtigkeit wiederfahren.

Herr Bernhardi β) führt aber an, daß die gegen Mitscherlich von Beudant und Hauy gemachten Einwendungen größtentheils ungegründet, oder doch unerheblich sind. Er sucht vielmehr aus andern Gründen Mitscherlich's Ansichten zweifelhaft zu machen. Er zeigt an mehreren krystallisationsfähigen Substanzen, daß derjenige Stoff, welcher hauptsächlich die Krystallform bestimmt, nicht immer der überwiegende sey. Könne man sich auch nicht mehr auf die Krystallisation der Gemische von Zink-, Eisen- und Kupfervitriol berufen, so gebe es noch andere, welche diesen Einfluß außer Zweifel setzten, und selbst die Krystallisation der Gemische von mehreren Sulphaten spreche einigermaßen noch dafür, indem man noch annehmen müsse, daß eine sehr kleine Menge des einen Sulphats zunächst zwar bloß das stöchiometrische Verhältniß des Wassergehalts, damit aber doch zugleich die Krystallform bestimme, u. s. w.

α) Annales de chimie et de physique Tom. XIV. p. 305. sqq. und traité de Mineralogie. sec. edit. Paris 1822. Tom. I. p. 39. sqq.

β) Ueber die Krystallisation des Eisens und über ein allgemeines Gesetz der Krystallisation in Schweigger's und Meineke's neuen Journal für Chemie und Physik. B. II. H. I. p 1. u. f.

Was nun die Vermuthung betreffe, daß die Metalle des Eisens, des Kobalts, des Kupfers, des Mangans, des Zinks, des Nickels, des Talciums und Kalciums in Verbindung mit zwey Theilen Sauerstoff eine und dieselbe Grundform besäßen, so widerspreche ihr die Erfahrung, auch erfordere die Theorie ihre Annahme nicht.

Aus allen bisherigen Erfahrungen gehe hervor, daß die Grundform der gediegenen Metalle regelmäßig sey, allein wir fänden bey einigen doch mehr oder weniger bedeutende Abweichungen von der Symmetrie dieser Form, und dieses scheine sich nach den magnetischen Eigenschaften jener zu richten. Es ließen sich nämlich alle Metalle ihrem Magnetismus nach in drey oder vielleicht besser in vier Classen theilen. Die einen seyn durch positive magnetische Materie gebunden, wohin besonders diejenigen gehörten, die mit Sauerstoff verbundene Säuren oder säurenartige Oxyde bildeten, wie Arsenik, Spiesglanz. Die andern, wozu besonders die in oxydirten Zustande zur Alkalescenz neigenden zu rechnen sind, z. B. das Bley, verhalten sich negativ magnetisch, und diese beyden Classen von Metallen schienen durchaus keine andere, als vollkommen regelmäßige Krystalle zu bilden, die besonders die Flächen des regelmäßigen Oktaeders, des Würfels und Rhombendodekaeders zeigten. Bemerke man an ihnen ja Abweichungen in der Symmetrie, so beständen diese doch bloß darin, daß sich die einen Flächen auf Kosten der übrigen vergrößerten. Außer diesen beyden Classen gebe es aber auch noch eine dritte, welche an entgegengesetzten ähnlichen Theilen der Krystalle oder der krystallinischen Struktur auch entgegengesetzte Polarität zeige. Zu dieser Classe gehöre ganz sicher der Wismuth und das Tellur, letzteres wenigstens in seinen Verbindungen mit Gold und andern Metallen, so wie sie das Schrifterz und Blättererz darbiete.

Dieser bisher ganz übersehene Unterschied der Metalle scheine in der That dieselben schärfer von einander

zu sondern, als irgend ein bekannter, und nur dann würde er einigermaßen zweydeutig werden, wenn manche Metalle ihre Polarität wechselten. Es möchte dieß aber mit Ausnahme des Kohlenstoffs bey keinem einzigen der Fall seyn, es sey denn, daß äußere elektrische und magnetische Einwirkungen dabey ins Spiel kämen, welche von den ihm anstammenden magnetischen Eigenschaften wohl unterschieden werden müßten. Der Kohlenstoff komme aber sowohl mit positiver als mit negativer magnetischer Materie vereinigt vor, und könne daher zum Repräsentanten einer vierten Classe dienen.

Wie sich diese verschiedenen Metalle in Absicht auf Krystallisationen verhielten, wenn sie mit einem Antheile Sauerstoff verbunden seyn, darüber lehre die unmittelbare Beobachtung nicht viel. Das rothe Kupferoxydul sey vielleicht das einzige Oxyd der Art, welches wir im krystallisirten Zustande kennten, und dieß besitze bekanntlich eine regelmäßige Form. Es lasse sich vermuthen, daß es auch bey den mehrsten übrigen Metallen der Fall seyn werde, und besonders könnten wir es mit Sicherheit für diejenigen annehmen, welche selbst auf der zweyten und dritten Oxydationsstufe diese Form noch nicht verlassen hätten. Wenn irgend eine Ausnahme Statt finde, so möchten sie diejenigen Metalle machen, welche bey ihrer heterogenen Polarität schon im gediegenen Zustande keine Symmetrie in Aufsetzung der Flächen beobachteten, da von der ungleichmäßigen Gestalt der Uebersprung in die völlig unregelmäßige am leichtesten sey.

In der Verbindung mit zwey Antheilen Sauerstoff entfernten sich offenbar schon mehrere Metalle von der regelmäßigen Form. Für das Zinkoxyd bewiesen es sowohl die Krystalle, welche die Natur liefere, als diejenigen, welche man unter den Hüttenprodukten antreffe. Daß die Bildungskraft der Kohlensäure, in welcher der Kohlenstoff ebenfalls bloß auf der zweyten Oxydationsstufe stehe, sich nicht innerhalb der Grenzen der Indif-

ferenz finde, gehe aus ihrer Verbindung mit regelmäßig geformten Basen, z. B. mit Strontian, Baryt, Bley hervor, aus welcher eine unregelmäßige Form entspringe. Außerdem werde das Mangan auf dieser Stufe der Oxydation von der Natur in regelmäßigen Krystallen geliefert, und das Eisenoxydul verlasse diese Form nicht einmal, wenn es sich mit zwey Antheilen vollkommenen Eisenoxyds zum Magneteisenstein verbunden habe. Es bekomme aber dabey auf eine sehr ausgezeichnete, aber eben dadurch erklärliche Weise heterogene Polarität.

Bey einer Vereinigung mit den Antheilen Sauerstoff schienen sich nur einige der positiv magnetischen Metalle in der regelmäßigen Form zu erhalten, wie besonders der weiße Arsenik, vielleicht auch das weiße Spießglanzoxyd. Die Oxyde des Siliciums, des Argilliums, des Eisens, des Mangans seyn dagegen bey diesem Grade der Oxydation offenbar von unregelmäßiger Form. Bey noch höherm Grade derselben möchte wohl kein einziges Metall die regelmäßige Form behaupten; wohl aber sähen wir, daß der Stickstoff wegen des Gegensatzes der formenden Kraft, die zwischen der seinigen und der des Sauerstoffs bestehe, selbst mit sechs Antheilen des letztern einen regelmäßigen gebildeten Körper darstelle.

Ergebe sich aus diesen Thatsachen nichts weiter, so sey doch daraus vollkommen klar, daß die Krystallgestalt der Oxyde eben so wenig, als manche andere ihrer Eigenschaften, z. B. die Eigenschaft Säuren zu bilden, in einem genauen Verhältniß zu den stöchiometrischen Antheilen von Sauerstoff stehe, daß vielmehr auf sehr hohen Stufen der Oxydation noch regelmäßige Formen, so gut wie auf der niedrigsten vorkommen, und daß insbesondere von jeden acht Metallen dem Zinkoxyde und der Talkerde eine unregelmäßige, dem Eisen- und Manganoxydule dagegen eine regelmäßige Form zugeschrieben werden müsse.

Auch in andern Fällen bemerkten wir kein genaues Verhältniß zwischen den stöchiometrischen Mangan und

der Kryſtalliſation. Das ſchwefligtſaure Kali habe z. B. dieſelben Kryſtalliſationsflächen, welche wir am ſchwefelſauren bemerkten, obgleich dort der Schwefel bloß mit zwey und hier mit drey Theilen Sauerſtoff verbunden ſey. Eben ſo wenig ändere ſich die Lage jener Flächen, wenn man das Kali mit zwey Theilen Schwefelſäure verbinde, und ein ſaures ſchwefelſaures Kali darſtelle. Und daß es auch nicht immer auf das ſtöchiometriſche Verhältniß des Waſſers hiebey ankomme, dafür ſpreche ſchon die Uebereinſtimmung der Form des waſſerfreyen ſchwefelſauren Kalis mit der des waſſerhaltigen ſchwefelſauren Ammoniaks. Hiemit wolle er übrigens nichts weniger, als allen Einfluß der ſtöchiometriſchen Verhältniſſe auf die Kryſtalliſation leugnen, er ſey vielmehr davon vollkommen überzeugt. Nur ſo viel wolle er behaupten, daß die Kryſtalliſation nicht überall mit den ſtöchiometriſchen Verhältniſſen in Parallele ſtehe, und daß die Aufſtellung allgemeiner Sätze viel Umſicht erfordere.

Obgleich das Bisherige die Meinung Mitſcherlich's, daß die Kryſtallform der ſchwefelſauren Salze im waſſerfreyen Zuſtande identiſch ſey, nicht völlig widerlege, ſo ſey ſie doch dadurch zweifelhaft gemacht. Es ſeyn in der That drey Hypotheſen zuläſſig, welche anfangs, ohne Berückſichtigung anderer Beobachtungen, jene Thatſachen gleich gut zu erklären ſchienen. Man könne nämlich fürs erſte annehmen, jene Salze beſäßen einerley Grundform, und das Waſſer modificire ſie bloß, je nachdem es in größerer oder geringerer Menge beytrete. Oder zweytens, das Waſſer ſey es, welches in jenen Salzen die Grundform beſtimme, und dieſe werde nur durch die Art und die verhältnißmäßige Menge des erſtern Beſtandtheils zu dem letztern verſchiedentlich abgeändert. Oder drittens, das Waſſer und das Salz hätten dieſelbe primitive Geſtalt, und die Art des letztern, ſo wie ſeine relative Menge beſtimme die ſekundaire. Da indeſſen erhelle, daß dem Waſſer

die Grundform des Kalkspaths zugeschrieben werden müsse, und da die Krystallisation des Bittersalzes offenbar beweise, daß hier jene Form zu Grunde liege, so könne man bey näherer Ueberlegung der ersten Hypothese keinen Beyfall schenken, sondern müsse dem Wasser durchaus eine Rolle bey der Bildung jener Salzkrystalle zugestehn; und es frage sich daher nur noch, ob nicht auch das Salz dieselbe Grundform besitze, und daher gemeinschaftlich mit dem Wasser sie bestimme. Die Erfahrung lehre in der That, daß nicht nur wasserhaltigem, sondern auch wasserfreyem Salze die Grundform des Wassers zukomme, wie dem kohlensauren Kalk, dem salpetersauren Silber u. s. w. Auch sey er geneigt zu glauben, daß in manchen wasserreichen Salzen, wie im Borax, die Form von beyden Bestandtheilen bestimmt werde.

Endlich bemerkt auch noch Herr Bischof *), man müsse wohl berücksichtigen, daß bey Bestimmung der Anzahl der Verhältnißtheile oder Atome, in einer Verbindung noch lange nicht die Willkühr gänzlich ausgeschlossen sey; man müsse daher bekennen, daß wir es nicht wagen dürften, irgend einen gesetzmäßigen Zusammenhang zwischen der Krystallisation und der Anzahl der Atome auszusprechen. Wenn Mitscherlich bloß von dem Verhältnisse des Sauerstoffs in einer Säure zu dem Sauerstoff in der Base ausgegangen wäre, so könnte von Seiten der Stöchiometrie gar nichts eingewendet werden; denn daß dieß Verhältniß ein unveränderliches, bey allen Salzen derselben Säure, und bey gleicher Sättigungsstufe sey, sey reine Thatsache. Eben so könne, die Richtigkeit der Analysen vorausgesetzt, gar nicht in Zweifel gezogen werden das identische stöchiometrische Verhältniß zwischen Phosphor- und Arsenikſäure und irgend einer Basis, wiederum

*) Lehrbuch der reinen Chemie. Bonn 1824. 8. Erster Band. S. 74.

gleiche Sättigungsstufe vorausgesetzt. Allein gegen die von Mitscherlich so allgemein ausgedrückten oben angeführten Sätze lasse sich nun allerdings einwenden, daß auf eine willkührliche Annahme durchaus kein Gesetz gegründet werden könne; denn sey es etwas anders als eine Annahme nach Willkühr, daß in der Kalk- und Talkerde, in dem Zink- und Nickeloxyd, zwey Atome Sauerstoff mit einem Atom Metall verbunden seyn? — wenn man dieß auch von dem Eisen- und Manganoxydul, so wie von dem Kupfer- und Kobaltoxyd, deren verschiedene Oxydationsstufen genau erforscht seyn, zugeben wolle! — Diese Einwendungen, fügt Herr Bischof noch hinzu, beziehen sich jedoch nur auf den Ausdruck, nicht auf die Sache selbst: die Uebereinstimmung der Krystallisationsformen mit den stöchiometrischen Verhältnissen sollte (vorausgesetzt, daß sich Mitscherlich's Entdeckungen allgemein bestätigen, und die Einwürfe Hauy's entkräften lassen) keineswegs bestritten werden; sondern nur das wollte er erinnern, daß jene Uebereinstimmung an unveränderliche, über jede willkührliche Annahme erhabene stöchiometrische Verhältnisse zu knüpfen sey, wenn sie zum Gesetz erhoben werden soll. Vielleicht lasse sich aber, wenn die völlige Allgemeinheit des von Mitscherlich aufgestellten Gesetzes sich bestätigt habe, umgekehrt aus übereinstimmenden Krystallformen ein Schluß auf die Anzahl der in einem zusammengesetzten Körper anzunehmenden Atome machen.

Auf welche Art das Krystallisirte oder das Starre aus dem Flüssigen entsteht, hat bis jetzt noch nicht befriedigend erklärt werden können. Daß das regelmäßige Gefüge, und die bestimmten Richtungen, nach welchen sich die Theile an einander fügen, aus der verschiedenen Gestalt der kleinsten Theilchen oder Atome, auch wenn man ihnen anziehende und zurückstoßende Kräfte beylegt, nicht genügend erklärt werden können, ist wohl für sich klar. Nach den dynamischen Ansich-

ten des Herrn Weiß *) geschieht dieser Vorgang auf folgende Art. Er meint, es gebe in der Natur nicht bloß eine chemische Anziehung, ein Streben heterogener Materie sich zu durchdringen und zu vereinigen, sondern auch eine entgegengesetzte Kraft der chemischen Zurückstoßung, ein Streben homogener Massen sich in heterogene aufzulösen, sich zu entzweyen oder zu trennen. Die Krystallisation sey ein Phänomen der chemischen Zurückstoßung, bey welcher es nicht zum Auseinandertreten, zur Absonderung der Produkte von einander gekommen ist, sondern wo die chemische Trennungskraft noch gehemmt worden ist, ohne ihr Ziel erreichen zu können, und daher bloß als Tendenz erscheint. Im vollkommen Flüssigen ist ein ruhiges Gleichgewicht der chemischen Zurückstoßung und Anziehung. Sobald aber die chemische Trennungstendenz ein Uebergewicht erlangt, strebt sie die Materie in zwey einander entgegengesetzte Pole auseinander zu treiben. Mit jedem gewonnenen Schritte zur Befriedigung wird aber ihr Streben schwächer, und im gleichen Maaße wächst die Intensität der entgegengesetzten, dadurch beeinträchtigten, Vereinigungskraft. Je mehr jene durch stärkeres Abstoßen sich befriedigt, desto mehr widerstrebt diese, und es muß endlich zu einem Punkte kommen, wo sie jene hemmt, beschränkt und festhält. Bey diesem Punkte wird demnach chemische Abstoßung in der noch erhaltenen Vereinigung der Entgegengesetzten der Charakter seyn; und dieß ist **Krystallisation.**

Mit der bestimmten Materie ist zugleich ein bestimmter Abstoßungswinkel für die Krystallisation gegeben. Denn obgleich an und für sich jede Größe sich in Gedanken auf unendlich mannigfaltige Weise analysiren läßt, wie z. B. a in a + b, und — b in a — c und + c, so darf man doch nicht vergessen, daß eine Materie bey ihrem Zusammenhange und ihrer bestimmten Stelle im Universum auch bestimmte gegen ein-

*) Hauy's Lehrbuch der Mineralogie. Leipzig. 1803.

ander strebende chemische Zurückstoßungs- und Anziehungskräfte vereinigt, und daß das Princip, nach welchem eine Spaltung in ihr erfolgt, nicht willkührlich ist. Sind aber bey einer bestimmten Materie die in der Krystallisation sich zurückstoßenden Edukte stets gewisse bestimmte, so werden sie sich auch mit einem bestimmten Grade von Kraft abstoßen, und bey einem bestimmten Grade von Abstoßung von der chemischen Vereinigungskraft zurückgehalten werden, d. i. es wird ein bestimmter Krystallisationswinkel gegeben seyn. Dieser Abstoßungswinkel ist bald ein ebener, bald ein körperlicher, d. h. die chemische Zurückstoßung bald zweyfach, bald mehrfach. Als Beyspiele der ersten Art können schwefelsaurer Baryt und Kalk dienen, als Beyspiele der letzten, Kalkspath, Steinsalz, Flußspath.

Außer den primitiven Krystallisationsrichtungen giebt es sekundaire, welche, durch jene bedingt, nach bestimmten Gesetzen auf sie aufgesetzt und unter bestimmten Winkeln gegen sie geneigt sind. Es scheint eine nothwendige Folge des Hauptabstoßens der Krystallisation zu seyn, daß sie in mittleren Richtungen der Repulsion übergeht. Diese entsprechen nicht nur dem versteckten, sondern auch manchen vollkommenen Durchgang der Blätter z. B. bey dem Gyps. Auch lassen sich durch sie die Zonen erklären.

Nach Herrn Bernhardi bestehen die auffallendsten und wesentlichsten Mängel dieser Ansicht des Herrn Weiß in folgenden. Die chemische Zurückstoßung sey erstlich noch nicht erwiesen, denn die Metaphysik beweise bloß allgemeine repulsive und attractive Kräfte, könne aber die chemische Attraction nicht einmal wirklich daraus ableiten; die Erfahrung lehre sie auch nicht, denn alle Chemiker hätten bisher zu ihren Erklärungen bloß Anziehungskräfte zu Hülfe genommen. Der Grund, warum wir Repulsionskräfte entbehren könnten, scheine folgender. Beyde Kräfte würden stets im umgekehrten Verhältnisse gegen einander stehen, in dem Grade als

eine Substanz die andere nicht anzöge, würde sie zurückstoßen. Da nun die Anziehung mehr in die Augen falle, als die Zurückstoßung, so verhielten sich diese Kräfte in gewisser Hinsicht fast auf eine entgegengesetzte Weise als die allgemeinen. Die Anziehungskraft erscheine nämlich mehr als etwas Positives, und die Abstoßungskraft als etwas Negatives, nur mit dem Unterschiede, daß sie ein bloßes Gedankending bleibe.

Die chemische Repulsion solle in Erzeugung der Krystalle bloß als Tendenz vorhanden seyn, also als etwas, das thätig seyn könne, aber in seiner Thätigkeit verhindert werde. Da man nun das Hinderniß nicht wegräumen könne, so könne sie sich auch auf keine Weise äußern, und ein Gegenstand der Beobachtung werden. Die Ursache, warum der Niederschlag, der so eben in einer Auflösung entstanden sey, eine Tendenz bekomme, sich in seine Bestandtheile zu trennen, sey auch nicht angegeben.

Die Hypothese erkläre ferner nicht hinreichend, wie bey dem Widerstreit der Kräfte sich überhaupt ein Winkel, und durch den verschiedenen Grad der Abstoßung verschiedene Winkel bilden könnten. Eine gewisse Polarität scheine allerdings im Spiel zu seyn, allein Pole wirkten nach entgegengesetzten Richtungen, und wie Winkel überhaupt auf diese Weise möglich würden, sehe man nicht ein. Gesetzt es existire eine chemische Abstoßung, so könne man zwar annehmen, daß sie nach verschiedenen Richtungen geschehe, die sich unter bestimmten Winkeln schnitten, aber man müsse gestehen, daß wir die Ursache zur Zeit nicht wüßten.

Allem Anscheine nach bestimme Herr Weiß diesen Winkel hauptsächlich nach dem Winkel, welchen die vollkommensten Durchgänge der Blätter mit einander bildeten. Diese Richtung würde also durch Linien auszudrücken seyn, die man auf der Oberfläche der Blätter von einem ihrer Vereinigungspunkte auszöge. Offenbar müsse man aber annehmen, daß nicht nach diesen Rich-

tungen, sondern nach andern die Abstoßung statt gefunden habe, nämlich nach solchen, die einer Linie parallel seyen, welche auf der Fläche der Blätter senkrecht stehen; denn nach diesen Richtungen ließen sich die Theile am leichtesten von einander absondern, sie hätten den wenigsten Zusammenhang, sie hätten sich nach denselben am wenigsten angezogen, also am stärksten abgestoßen. Herr Weiß sey es daher auch so unbegreiflich, wie sich bey manchen Mineralien nur ein einziger vollkommener Durchgang der Blätter zeigen könne. Ueberhaupt werde zu viel auf die Vollkommenheit des Durchgangs der Blätter Rücksicht genommen. Wie wenig darauf bey Erklärung des Phänomens ankomme, sehe man schon daraus, daß oft gar keiner vorhanden sey, und daß bey einer und derselben Substanz nach ihren verschiedenen Abänderungen bald dieser, bald jener deutlicher seyn könne.

Herr Weiß glaube ferner bey allen Krystallisationen wenigstens zwey Durchgänge der Blätter zu finden, die einander vollkommen gleich seyn; allein bey manchen, z. B. bey denen des Kupfervitriols werde er vergebens darnach suchen. Bey andern Substanzen seyn dieselben Durchgänge der Blätter einmal einander gleich, ein andermal ungleich, z. B. bey dem Feldspathe, wo es Herr Weiß selbst bemerke. Bey dem Gypse, wo derselbe die beyden unvollkommenen Durchgänge als einander gleich betrachte, müsse es überdieß auffallen, die sekundairen Flächen auf beyde nicht in gleichen Verhältnisse aufgesetzt zu sehen.

Um diese Erscheinungen nur einiger Maaßen begreiflich zu machen, führt Herr Bernhardi folgende Bemerkungen an. Die Ursache, welche bewirke das ein flüssiger Körper in starren Zustand versetzt werde, sey uns bekannt, und wenn gleich die Erfahrung lehre, daß Wärme hier vorzüglich im Spiele sey, so werde uns ihr Einfluß doch so lange räthselhaft bleiben, als wir die Entstehung des Starren aus dem Flüssigen

nicht wirklich ableiten könnten, und über die Wärme selbst noch nicht hinreichend belehrt seyn. Die Veränderung selbst, welche vorgehe, wenn ein flüssiger Körper in einen starren verwandelt werde, bestehe darin, daß in einer Masse, wo vorher überall gleichartiger Zusammenhang war, ungleichartiger eintrete, so daß die Theile nach einer Richtung mehr als nach der andern gezogen würden. Warum nicht selten diese Richtungen mathematisch bestimmt seyn, d. h. warum die Materie häufig krystallisire sey uns die Ursache ebenfalls unbekannt. Polarität scheine hier vorzüglich thätig zu seyn. Dieß bewiesen nicht nur mehrere Erscheinungen bey galvanischen Prozessen, sondern auch der genaue Bezug, in welchem die Ungleichmäßigkeit mancher Krystalle mit der Eigenschaft, durch Erwärmung elektrisch zu werden, und die Unregelmäßigkeit der Form mit der Eigenschaft der doppelten Strahlenbrechung stehe. Der Grund der Verschiedenheit der mathematisch bestimmten Richtungen, oder wie man sich gewöhnlich ausdrücke, der Verschiedenheit der primitiven Form der verschiedenen Substanzen liege in ihnen selbst. Die Erfahrung stimme wenigstens bis jetzt noch nicht dagegen, daß ein und dieselbe Substanz unter allen Umständen ein und dieselbe Grundform besitze; wohl aber schiene sie zu lehren, daß verschiedene Substanzen einerley Grundform, und zwar sowohl regelmäßige als in seltenen Fällen unregelmäßige, eigen seyn könne; daß eine Substanz über die andere eine gewisse Herrschaft habe, ihr ihre Form mitzutheilen; daß sowohl der Zutritt solcher fremdartigen Substanzen als andere Ursachen außerordentlich verschiedene Krystallisationsarten bewirkten, so daß zuweilen manche Krystallisationen einer Substanz einander kaum ähnlich sähen; daß endlich ziemlich unter denselben Umständen auch der Grad, nach welchem sich die Theile einer Substanz in der einen Richtung mehr als in der andern ziehen, d. h. die Textur derselben eine große Veränderung erleiden könne.

Das allgemeine Gesetz der Krystallisation scheint nach Herrn Bernhardi so ausgedrückt werden zu müssen: Wenn sich zwey verschiedene Materien in solcher Menge verbinden, daß die Krystallisationskraft der einen der des andern das Gleichgewicht hält, so geben sie zusammen einen Krystall von einer Grundform, die zwischen beyden in der Mitte steht; hat aber die eine oder die andere hinsichtlich jener Kraft das Uebergewicht, so behält der daraus zusammengesetzte Körper die Grundform des kräftigern. Auf geringern Stufen des Uebergewichts wird jedoch nur die Symmetrie gestört. Der Grad der Krystallisationskraft richtet sich nun eben so wenig als der Grad der Aciditat und Alcalescenz bloß nach der Menge des Stoffs, sondern er muß bey jeder Substanz nach besondern Erfahrungen bestimmt werden.

Ueberhaupt wird man annehmen können, daß, so wie jeder chemische Prozeß bloß das Spiel zweyer entgegengesetzten Kräfte ist, und nicht jeder Körper eine besondere Art Elektricität besitzt, auch alle Krystallisationen bloß durch die Thätigkeit von zwey entgegengesetzten bildenden Kräften bewirkt werden. Keiner Substanz ist eine besondere, von dieser absolut verschiedene formende Kraft gegeben, sondern jede, bey der es nicht zur Indifferenz, d. h. zur Regelmäßigkeit der Form gekommen ist, folgt entweder der positiv formenden Kraft des Wassers, oder der negativ formenden des Stickstoffs.

Kupfer (Zus. z. S. 197.). Das Kupfer verbindet sich mit dem Sauerstoffe in zwey bis jetzt bekannten Verhältnissen, und bildet damit zwey Oxyde, wovon das eine orangeroth und das andere schwarz ist, nämlich oxydulirtes und oxydirtes Kupfer, oder Protoxyd und Deutoxyd. Das oxydirte Kupfer ist der hier angeführte Hammerschlag, nachdem er beym Zutritte der Luft rothglühend erhalten, und zuletzt schwarz geworden ist. In diesem Zustande halten 100 Theile dieses Oxyds 80 Theile Kupfer und 20 Theile Sauerstoff.

Auf das oxydulirte Kupfer machte Proust zuerst aufmerksam. Chenevix zeigte sein Daseyn im Rothkupfererz von Cornwall und entwickelte mehrere Eigenschaften desselben α), und Klaproth bestätigte die Existenz desselben, in dem blättrigen Rothkupfererze aus Sibirien. Künstlich wird das oxydulirte Kupfer gebildet, wenn schwarzes Kupferoxyd mit seinem gleichen Gewichte Kupferfeile geglüht, oder aufgelöstes salzsaures Kupferoxyd mit metallischen Kupfer einige Stunden lang erhitzt, und die Auflösung durch Kali oder Natron gefällt wird; der Niederschlag stellt ein blaß orangegelbes Pulver dar. Dieses oxydulirte Kupfer enthält in 100 Theilen 88,5 Kupfer und 11,5 Sauerstoff.

Nach Berzelius ist das höchst oxydirte Kupfer aus 100 Theilen Kupfer und 24,5 bis 25 Theilen Sauerstoff, das mit dem Minimum von Sauerstoff verbundene mit der Hälfte jener Sauerstoffmenge verbunden.

Hildebrandt β) glaubte nach einem höhern Grad der Verbindung des Kupfers mit Sauerstoff, als das schwarze Kupferoxyd, gefunden zu haben. Es scheidet sich nämlich bey der Auflösung von ganz reinem Kupfer in Salpetersäure aus der anfänglich trüben und grünen Auflösung nach und nach ein gelbes Pulver aus, und die Flüssigkeit ward durchsichtig und nimmt eine blaue Farbe an. Dieß gelbe Pulver soll das stärker oxydirte Kupfer seyn. Daß es ein wirkliches Oxyd sey, schließt er daraus; weil es aus ganz reinem Kupfer entsteht, durch Behandlung mit Kali eine braune Farbe annimmt, dadurch in Salpetersäure auflöslich wird, und aus dieser Auflösung mit Ammonium geschieden demselben die bekannte blaue Farbe ertheilt.

Verdünnte Schwefelsäure, Salzsäure, tropfbar flüssiges kaustisches Ammonium, kaustisches Kali (letzteres

α) Gehlen's neues allgemeines Journal der Chemie B. II. S. 180.

β) Gehlen's Journal für die Chemie, Physik und Mineral. B. XI. S. 169. ff.

durch Schmelzen), kohlensaures Alkali lösten nur eine sehr geringe Menge von diesem Oxyd auf, und erschien dadurch in einen auflöslichen und nicht auflöslichen Theil geschieden zu werden. Durch Auswaschen wird es graugelblich, durch Glühen auf der Kohle vor dem Löthrohr aschgrau, im geschmolzenen Kali silbergrau, durch Sieden mit Kalilauge braun, in ätzendem Ammonium aufgelöst grünlichgelb, in kohlensaurem Ammonium aufgelöst blaugrün, mit Salzsäure gelb, aus Kali mit Schwefelsäure gefällt kupferroth.

Folgende Gründe bestimmen Herrn Hildebrandt, diese Substanz für eine mit einer größern Menge Sauerstoff verbundenes Oxyd zu halten:

1. Die Analogie, welcher zu Folge die Oxyden höherer Stufen schwerer auflöslich sind, als die der niedrigern.

2. Die schwere Reducirbarkeit dieses Oxyds auf der Kohle vor dem Löthrohre.

3. Die gelbe Farbe, welche es besitzt, die Umänderung derselben in grüngelb bey der Behandlung mit ätzendem, und in blaugrün, bey der Behandlung mit kohlensaurem Ammonium, welche Farben alle mehr nach dem negativen Pole (dem eigentlichen Oxygenpole) hinliegen, als die blaue.

4. Der Umstand, daß es durch Sieden in Kalilauge, welche ohne Zweifel desoxydirend wirkt, braun und in Salpetersäure auflöslich wird.

Fernere Untersuchungen dieses Gegenstandes sind freylich noch nöthig.

Nach Proust verbindet sich auch das Kupfer mit Wasser zu einem Hydrat. Ihm zu Folge erhält man diese Verbindung, wenn man zu einer Auflösung des Kupfers in Salpetersäure eine hinreichende Menge Kali schüttet. Es fällt ein bläuliches Pulver zu Boden, welches man sonst für ein eigenthümliches Kupferoxyd, das blaues Kupferoxyd genannt würde, gehalten hat. Proust zeigte aber, daß es eine Verbindung des

schwarzen Oxyds mit Wasser sey. Von diesem Kupferoxydhydrat geben 100 Theile bey der Destillation 25 Theile Wasser, und 75 Theile schwarzes Oxyd bleiben zurück.

Das **Kupferoxydul** oder oxydulirte Kupfer bildet nur mit einigen wenigen Säuren (Salzsäure, Schwefelsäure) Salze; bey Verbindung mit den meisten zerfällt es in Metall und Kupferoxyd, oder es oxydirt sich vollständig auf Kosten der Säure. Uebrigens charakterisiren sich die Kupferoxydulsalze dadurch, daß aus ihrer Auflösung durch Ammoniak ein pomeranzengelbes Pulver gefällt wird, welches in einem Ueberschusse desselben sich zu einer farblosen Flüssigkeit auflöst, die an der Luft blau wird. Durch das blausaure Eisenalkali werden sie weiß gefällt.

Auch mit dem Chlor bildet das Kupfer zwey verschiedene Zusammensetzungen. Beyde werden gleichzeitig durch das Verbrennen des Kupfers in Chlorgas und auch dadurch erzeugt, daß man die Verbindungen des Kupferoxyds und Kupferoxyduls mit Salzsäure so lange erhitzt, bis sie kein Wasser mehr ausgeben. Die eine dieser beyden Verbindungen ist leicht schmelzbar, aber feuerbeständig, und hat in ihrem Aeußern viel Aehnlichkeit mit dem Harze, daher sie auch **Kupferharz** genennt wird In der Flamme eines Lichts erzeugt sie ein sehr schönes Licht welches mit allen prismatischen Farben spielt. Wird sie in Chlorgas erhitzt, so geht sie in die zweyte Verbindung über, welche ein gelblicher Sublimat ist. **John Davy** fand die erstere Verbindung zusammengesetzt aus 36 Chlor und 64 Kupfer, und die andere aus 53 Chlor und 47 Kupfer, und **Humph. Davy** nennt jene **Kuprane** und diese **Kupranca** *).

Mit Jod bildet das Kupfer ebenfalls Verbindungen, welche den vorhergehenden ähnlich sind.

*) *Davy's* elements of chemical philosophy. P. I. Vol. I. p. 417. Uebers. von Wolff B. I. S. 384. ff.

M. ſ. chemiſches Wörterbuch von Klaproth und Wolf Artik. Kupfer, und Supplemente: Artik. Kupfer. Doebereiner's Anfangsgründe der Chemie. Jena 1819. 8. S. 263. ff.

Kyanometer (Zuſ. zu S. 204. Th. III). Der Herr P. Prevoſt zu Genf *) hat einige Bemerkungen und Berechnungen über die drey Reihen kyanometriſcher Beobachtungen des Herrn de Sauſſüre gemacht. Um dieſen Gegenſtand gehörig zu würdigen, bemerkt Herr Prevoſt, daß man das ſcheinbare Himmelsgewölbe als kein Gewölbe, ſondern als eine ebene Decke, und für eine Ebene gelten laſſen müſſe. Denn vorausgeſetzt, unſere Atmoſphäre habe eine Höhe von 15 Lieues, ſo ſey ſie in den oberſten Regionen ſchon ſo dünn, daß ſich kaum glauben laſſe, daß ſie da noch die Lichtſtrahlen zurückwerfen könne. Ueberdem unterſcheide das Auge die verſchiedenen Höhen der Luftſchichten nicht, und man könne alle Vertikallinien, welche an verſchiedenen Stellen unſers ſichtbaren Horizonts errichtet würden, für alles, was ſich auf die atmoſphäriſchen Erſcheinungen beziehe, die man aus einerley Standpunkt beobachte, für parallele Linien annehmen. Und ziehe man aus demſelben Beobachtungsorte gerade Linien nach verſchiedenen Punkten der ſcheinbaren Himmelsdecke, ſo würden ſich dieſe Linien wie die Coſecanten der ſcheinbaren Höhe der Punkte verhalten. Da nun eine Höhe von 15 Lieues für die Atmoſphäre als Sinusverſus einem Bogen von 8° entſpreche, und dieſer Querſinus $\frac{1}{4}$ mal kleiner ſey als der Sinus 8°, ſo müßten wir den Halbmeſſer des ſcheinbaren Horizonts, bis an die äußerſte Grenze des Luftkreiſes, wenigſtens 14mal größer annehmen, als die Vertikale, welche nach dem ſcheinbaren Zenith hinaufgehe. Man ſetze, die Luft, welche ſich zwiſchen der ſcheinbaren Himmelsdecke, die als von ei-

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXIV. S. 69 ff.

nem beſtändigen unveränderlichen Blau gedacht werden kann und zwiſchen der Erde befinde, ſey in einerley Höhe von der Erde, durchgehends von einerley Art, und alſo in einer einzelnen horizontalen Schicht durchgehends mit gleich weißen Dünſten gemengt; ſo werde die Menge von Dunſt, welche von geraden Linien durchſchnitten werde, die man nach verſchiedenen Punkten des Himmels zieht, ſich genau wie die Coſecanten der ſcheinbaren Höhen verhalten.

Geſetzt, es werde das Blau des völlig dunſtloſen Himmels auf dem Col du Géant durch die Zahl 1093 gemeſſen; alsdann entſpricht die Menge des Dunſtes, welche die Geſichtslinie durchſchneidet, die nach einem Punkte des Himmelsgewölbes geht, deſſen ſcheinbare Höhe H iſt, den Werthen Cosec. H, für den Radius 100, und folglich der Ausdruck: 1093 — 100 Cosec. H der Bläue des Himmels in der ſcheinbaren Höhe H. Damit ſich dieſe Werthe noch beſſer mit den Beobachtungen des Kyanometers vergleichen laſſen, hat Prevoſt ſie insgeſammt nach dem Verhältniſſe von 1093 — 100 Cosec. 10°:20 reducirt, indem ſich am 15ten Juli auf dem Col. du Géant in 10° Höhe die 2:ſte Farbennüance des Kyanometers gefunden hatte. Eben ſo hat er alle Beobachtungen vom 17ten Julius nach dem Verhältniß von 18 zu 20 reducirt, die Berechnungen ſind mit den gemachten Beobachtungen in folgender Tabelle zuſammengeſtellt worden:

ſcheinbare Höhe H	100 Cosec. H	1093 — 100 Cosec. H	Farben-Nüancen des Kyanometers berechnet	beobachtet am 15. Julius	beobachtet am 17 Julius	+
10°	570	517	die 2oſte	die 2oſte	reduc. 2oſte	
20	292	801	31	31	23	31
30	200	893	$34\frac{1}{2}$	34	2	34
40	156	938	$36\frac{1}{4}$	37	$35\frac{1}{2}$	$35\frac{1}{2}$
50	130	963	$37\frac{1}{4}$	37	—	$36\frac{1}{4}$
60	115	978	$37\frac{3}{4}$	37	33	$36\frac{3}{4}$
70	106	987	$38\frac{1}{3}$	37	38	37
80	101	992	$38\frac{1}{3}$	37	38	$37\frac{1}{4}$
90	100	993	$38\frac{2}{3}$	37	38	$37\frac{1}{4}$

Beyde Beobachtungen stimmen also mit den Berechnungen überein bis auf das zweyte Glied der Beobachtung vom 17ten Juli.

Bey den Beobachtungen zu Genf am 21ten April nahm Prevoſt statt der Zahl 1093 die Zahl 643, und fieng mit der Höhe von 20° an, weil erſt in ihr ſich Regelmäßigkeit in der Beobachtung zeigte.

H	643 — 100 Cosec. H	Farben-Nüance des Kyanometers berechnete	beobachtete
20°	351	13	13
30	443	$16\frac{1}{3}$	$15\frac{1}{2}$
40	488	18	$17\frac{1}{2}$
50	513	19	19
60	528	$19\frac{1}{3}$	20
70	537	$19\frac{8}{9}$	20
80	542	20	20
90	543	$20\frac{1}{9}$	20

Bey Gegenſtänden dieſer Art iſt keine genauere Uebereinſtimmung zwiſchen Rechnung und Beobachtung möglich. Kleine Abweichungen von beyden ſind um ſo weniger zu verwundern, da das allgemeine Geſetz, auf welchem die kyanometriſchen Beobachtungen beruhen, durch lokale Condenſationen der Dünſte in einem ſo großen Luftraume, wie ihn die Geſichtsſtrahlen nach ſehr niedrigen Höhen durchlaufen, werde geſtört werden müſſen.

Herr Prevoſt ſchließt nun hieraus, daß in der Regel die Dünſte über dem Horizonte eines Orts ziemlich gleichförmig verbreitet ſind.

Die Zahlen 1093 und 643, durch deren erſtere Prevoſt das reine Blau des Himmels auf dem Col du Géant, und die andere durch das zu Genf ausgedrückt hat, gründen ſich auf zwey Beobachtungen. Am 15ten Juli herrſchte nämlich auf dem Col du Géant in 10° Höhe die 20ſte, in 20° Höhe die 31ſte Nüance; daher ſuchte er eine Zahl N, welche der Bedingung entſpräche, daß ſich zu einander verhielten

N — 100 Cosec. 10° : N — 100 Cosec. 20° = 20:31. und dieß gab die Zahl 1093.

Für die Beobachtung zu Genf am 21sten April gab die Vergleichung der Nüançen in 20° und 50° Höhe, 13 und 19 die Zahl 643.

Berechnet man die Farben-Nüançen, welche in den Beobachtungen auf dem Col du Géant der Zahl 1093, und in der Beobachtung zu Genf der Zahl 643 zugehören, so findet sich für erstere die 40ste, für letztere die 27ste Nüançe des Kyanometers. Hieraus würde also folgen, daß die Bläue des dunstfreyen Himmels in Genf von einem minder dunkeln Teint ist, als auf dem Col du Géant. Herr Prevost glaubt hierdurch ein Mittel gefunden zu haben, eine Vermuthung ohne alle Täuschung zu prüfen, welche Bened. v. Saussüre geäußert, und nach spätern Beobachtungen wenigstens zweifelhaft gemacht worden: nämlich, daß, weil auf sehr hohen Bergen das Schwarz des leeren Raums sich unter das Blau der Luft mische, dort die Farbe des Himmels dunkler seyn müsse.

Herr de Saussüre hatte das Kyanometer auf die Voraussetzung gegründet, daß die Bläue des Himmels durch Zurückwerfung der blauen Strahlen in der Luft entstehe, und daß diese Bläue bloß durch die Dünste in der Luft auf verschiedene Art modificirt werde. Ueberhaupt hatte man bisher fast allgemein angenommen, daß die stärksten Lichtstrahlen, d. i. die rothen, grünen und gelben, von der Luft hindurch gelassen, und bloß die schwächsten, als die blauen, ins Auge zurückgeworfen werden. Dagegen bemerkt aber Herr Hofrath Muncke *), daß nach mehreren von ihm sorgfältig angestellten Versuchen über gefärbte Schatten die atmosphärische Luft nicht schwach blau tingirt sey, sondern daß

*) Ueber subjective Farben und gefärbte Schatten in Schweigger's neuem Journal für Chemie und Physik. B. XXX. S. 74 ff.

die Bläue des Himmels bloß subjectiv, und die complementaire Farbe des sehr weißen ins gelbliche spielenden, von der Erde und den Gegenständen auf derselben reflectirten Sonnenlichts sey. Als theoretische Gründe dieser Behauptung führt er unter andern folgende bekannte Erscheinungen an, daß weder die Sterne bey Nacht, noch auch entfernte Gegenstände, namentlich weiße, durch ein Fernrohr gesehen, nur die mindeste blaue Tingirung erhalten, wie doch nach der gewöhnlichen Ansicht folgen würde. Auch erkläre man gewöhnlich das dunkele Blau des italiänischen Himmels und in den Tropenländern aus der größern Reinheit desselben, wogegen er in unsern Gegenden durch Dünste heller und wichtiger seyn solle. Allein er dächte, daß nach den gemeinen Erfahrungen ein blau gefärbter Körper durch Trübung noch dunkeler, aber nicht heller werden müßte. Von wirklichen Wolken könne hiebey die Rede nicht seyn, denn diese reflektirten bekanntlich das weiße Licht, wenn dasselbe nicht durch Brechung modificirt werde, und dann farbig erscheine. Herr Muncke sucht dagegen aus den merkwürdigen Erscheinungen der gefärbten Schatten, wovon bereits der Graf v. Rumford mehrere Untersuchungen angestellt hatte (m. s. Th. III. S. 345.), darzuthun, daß die blaue Farbe des Himmels bloß subjectiv sey. Zuerst macht er die Bemerkung, daß die gefärbten Schatten keine eigenthümliche Farbe besitzen, sondern daß dieselbe bloß subjectiv ist, und durch den Gegensatz der Hauptfarbe im Auge hervorgebracht wird. Dieß erhelle schon aus dem vom Herrn v. Rumford angeführten Versuche, daß die Färbung der Schatten verschwinde, wenn man dieselben durch ein langes, inwendig geschwärztes Rohr betrachte. Am leichtesten und sichersten kann man aber die Haupt- und complementairen Farben kennen lernen, wenn man diejenigen mit einander vergleicht, welche in dünnen Blättern des Gypses von Mont-Martre durch den polarisirten Lichtstrahl hervorgebracht werden,

und bey einer Azimuthaldrehung von 45°, den polarisirten Lichtstrahl lothrecht angenommen, mit einander wechseln. Hierbey erhält man sie in gehöriger Reinheit und Intensität, um sie genauer wahrnehmen und bestimmen zu können. Aus den vielen angestellten Versuchen ist Hr. Muncke geneigt, mit Hrn. Wollaston und andern anzunehmen, daß es nur vier Hauptfarben gebe, nämlich roth, gelb, grün und blau. Zu jeder dieser vier Hauptfarben gehört nun wieder eine bestimmte complementaire, zum Roth gehört Grün, zum Gelb gehört Blau, und die complementaire Farbe ist immer so viel dunkler, je heller die Hauptfarbe ist, und so umgekehrt; das Violett hat daher keine complementaire Farbe, außer grün, und hierbey laufen hellroth, violett und dunkelpurpur oder dunkelblutroth mit dunkelgrün, schwärzlichgrün und hellgrün so in einander, daß es fast unmöglich ist, die Unterschiede scharf zu bestimmen. Ferner liegt der Grund des Entstehens der gefärbten Schatten nach Hrn. Muncke ganz allein im Auge, und zwar in der Art, daß dasselbe allezeit die complementaire Farbe hervorruft. Wird nämlich das Auge durch den Eindruck eines gewissen farbigen Lichts afficirt, so trägt es die zugehörige complementaire Farbe auf den Schatten, oft auf ein schwächer erleuchtetes Objekt über. Alles dieß Gesagte bestätigen die v. Rumford oben angeführten Versuche. Herr Muncke führt noch einen andern interessanten Versuch an, aus welchem dieser noch sehr dunkele Gegenstand mehr aufgehellt wird. Wenn man nämlich gegen die Fläche einer zwey Linien Dicke sehr klare und mäßig dunkelgrün gefärbte Glasplatte einen Gegenstand, etwa einen Stift oder einen Federkiel hält, so erhält man zwey von den beyden Glasflächen abgespiegelte Bilder des Gegenstandes, wovon das eine grün, das andere blaßroth gefärbt ist. Indem also hierbey abermals die Hauptfarbe zugleich mit der complementairen hervortritt, hat die Erscheinung noch das Eigenthümliche und höchst Merk-

würdige, daß die Farben zwar stets beyde und von gleicher Beschaffenheit vorhanden sind, rücksichtlich der Bilder aber, denen sie angehören, wechseln, je nachdem das Auffallen des Lichts verschieden ist, und entweder das Bild des vordern oder das der hintern Fläche durch die eigenthümliche Farbe des Glases gefärbt wird. Man darf nämlich bloß die beyden Bilder bey unveränderter Lage des gespiegelten Gegenstandes mit dem Auge fest halten, durch eine drehende Bewegung des ganzen Apparats aber die Richtung des fallenden Lichts verändern, um das rothe Bild in das grüne, und so umgekehrt, übergehen zu machen.

Nach dieser Theorie folgerte nun Herr Muncke, daß das complementaire Blau des Himmels so viel dunkeler werden müsse, je heller das von den Gegenständen reflectirte weiße Tageslicht sey, und daher werde auch bey uns in den Zwischenstellen zwischen gelblichweißen Wolken der Himmel der Helligkeit dieser Wolken proportional durch den Gegensatz dunkeler erscheinen. Eine ganz analoge Erscheinung könne man im Winter bey recht weißem, frisch gefallenen Schnee wahrnehmen, wenn bey niedrigstehender Sonne der Schatten von Bäumen oder Stangen auf demselben sehr schön hell- oder dunkelblau gefärbt sey.

Zur größern Bestätigung dieser seiner Theorie macht Herr Muncke noch aufmerksam auf einen klassischen Versuch, wodurch es offenbar erhellt, daß der Himmel keineswegs wirklich blau fingirt ist, sondern nur durch optische Täuschung blau scheint. Wenn man denselben nämlich gleichzeitig mit einem Auge durch ein langes, inwendig geschwärztes Rohr, mit dem andern frey betrachtet, so schwindet die blaue Farbe allmählig in dem mit dem Rohre bewaffneten Auge, bleibt aber fortwährend in dem unbewaffneten. Daß das Verschwinden der blauen Farbe nur allmählig und nicht plötzlich geschieht, ist keineswegs ein Einwurf gegen die Theorie, sondern vielmehr eine Bestätigung derselben. Um aber

das ſtreng Beweiſende des Verſuchs noch vollkommener einzuſehn, darf man nur das Rohr von einer freyen, durch daſſelbe völlig weiß erſcheinende Stelle des Himmels gegen eine mit weißen Wolken unterbrochene richten, um die blaue Farbe zwiſchen den Wolken ſofort in ihrer ganzen Stärke wiederkehren zu ſehn. Noch ein anderer faſt auf gleiche Art genügender Beweis läßt ſich aus der bekannten Beobachtung hernehmen, daß der klare Himmel über den Spitzen der Eisberge, wenn dieſe vor der Form geſehn des Abends rothes Licht reflectiren, ſmaragdgrün erſcheint. In dieſer Hinſicht war Herrn Muncke eine von Herrn Capitain Roß gemachte Erſcheinung ſehr intereſſant, dieſer nahm nämlich auf ſeiner Reiſe im Jahr 1818 in der Baffinsbay beym Eiſe einen goldgelben Glanz, und am Himmel über demſelben ein ſchönes Grün wahr. Wäre der Schein des Eiſes, bemerkt Herr Muncke, im eigentlichen Sinne des Worts gelb geweſen, ſo müßte die complementaire Farbe des Himmels blau geworden ſeyn. Allein Roß lege dem Eiſe einen Goldglanz bey, und bekanntlich ſpiele dieſer nicht bloß ins röthliche, ſondern Prevoſt habe auch gefunden, daß ein vom Golde reflectirter Strahl zuletzt purpurartig roth werde, indem er durch öfteres und daher tieferes Eindringen in die ſpiegelnde Subſtanz die eigentliche Farbe deſſelben annehme, welche dann weniger durch das von der Oberfläche zugleich reflectirte weiße Licht gelblich ſey. Hiermit laſſe ſich zugleich die Erſcheinung in Verbindung ſetzen, daß dünne Goldblättchen auf Glas geklebt, grünes Licht durchließen, welches vielleicht aus dem angegebenen Geſetze gleichfalls erklärlich ſey.

Um alles, was die von Herrn Muncke aufgeſtellte Theorie noch ſchwankend machen könne, zu entfernen, ſuchte er noch ein Paar mit dieſem Gegenſtande in Verbindung ſtehende Fragen gehörig zu beantworten. Zuerſt werde man nämlich mit Recht fragen, woher die gelbe Farbe komme, welche die Bläue des Himmels hervor-

rufe, da doch das gewöhnliche Licht weiß sey? Wäre der angeführte Versuch nicht zu bestimmt entscheidend, so gestehe er selbst, daß dieß Argument allerdings die Theorie zweifelhaft machen könnte, da die blaue und gelbe Farbe übrigens sehr kenntlich als complementaire einander angehörte, und übrigens kein eigentlicher Grund vorhanden sey, das gemeine, oder das von Gegenständen der Erdoberfläche reflectirte Tageslicht für gelb zu halten. So viel indeß die durch den angeführten Versuch und die Beobachtung des über röthlich scheinenden Gegenständen grün gefärbten Himmels unfehlbar gegründete Behauptung durch diesen Einwurf verliere, eben so viel gewinne dieselbe durch eine andere, unmittelbar bey der Reihe liegenden Reflection. Bekanntlich liege die größte Intensität der Erleuchtung im Hellgelb, die schwächste im Dunkelblau, und indem diese als complementaire Farben einander zugehörten, mithin einander wechselseitig hervorriefen; so scheine hierin ein genügender Grund zu liegen, daß die Bläue des Himmels der Stärke der Erhellung direct proportional, das helle Licht aber allerdings schwach gelb tingirt sey.

Die andere Frage, ob nämlich das Hervorrufen der complimentairen Farben physisch, physiologisch oder psychisch sey? lasse sich eben so leicht und genügend beantworten. Nach den Gesetzen der Erzeugung subjektiver Farben, unter welche Classe von Erscheinungen auch die angezeigten gehörten, werde man kein Bedenken tragen, eine physiologische Ursache derselben zu vermuthen, und wenn wir keinen weitern Beweis aufzufinden wüßten, daß diese Ansicht wirklich die richtige sey, so würden wir uns immer mit dem angezeigten, auf eine nahe liegende Analogie gebaueten, begnügen können. Allein es sey ihm gelungen, einen Versuch aufzufinden, welcher unfehlbar darthue, daß die nächste Ursache rein physiologisch sey, und mit dem Psychischen nichts gemein habe, wenn gleich der eigentliche physische Grund dieser und aller übrigen Farbenerscheinungen bis jetzt

noch nicht aufgefunden sey. Wenn man nämlich ein Rohr von etwa einem oder etlichen Zollen Weite lothrecht aufstelle, in welchem sich durch Erzeugung einer größern Intensität des Lichtes unten ein Spiegel befinde, auf dessen Ebene die Axe des Rohrs in einem solchen Winkel gerichtet sey, daß die auf denselben fallenden Sonnenstrahlen in das Auge des Beobachters, welches das obere Rohr ganz verschließe, und kein seitwärts einfallendes Licht, reflectirt würden, wenn das Rohr ferner auf einem hohlen Würfel oder Parallelepipedum stehe, von welchem drey Seiten verschlossen seyn, die vierte offene aber die auf den Spiegel fallenden Sonnenstrahlen frey durchlassen, und man diese offene Seite durch eine gefärbte Glastafel so verschließe, daß hiernach bloß das durch die Glastafel gefärbte Licht in das Auge des Beobachters kommen könne; so dürfe man dieses nur eine oder etliche Minuten betrachten, dann die Glastafel wegnehmen, um sich zu überzeugen, daß sogleich die complementaire Farbe mit einer dem ursprünglichen Lichtreize proportionalen Stärke hervortrete. Dieser bloß etwas modificirte, übrigens den bekannten Darwin'schen ganz analoge, Versuch gewinne an Interesse und Beweiskraft dadurch, daß bloß das eine Auge zur Hervorrufung der complementairen Farbe disponirt werde; denn wenn man abwechselnd mit diesem und dem nicht vorher afficirten Auge in das Rohr sehe, so werde die complementaire Farbe in stets abnehmender Intensität, bloß mit dem erstern, keineswegs aber mit dem letztern wahrgenommen. Hieraus ergebe sich augenscheinlich, daß die Erscheinung durchaus nicht psychisch sey, denn sonst könnte nicht in beyden Augen ein solcher Unterschied Statt finden; außerdem gehe aber aus dem Versuche hervor, warum die Bläue des Himmels nicht plötzlich verschwinde, sobald man denselben durch ein geschwärztes Rohr betrachtet, denn die einmal hervorgerufene complementaire Farbe könne nur allmählig verschwinden.

Uebrigens bemerkt Herr Muncke noch, daß diese seine Untersuchungen sehr wahrscheinlich zu sehr wichtigen Entdeckungen in der Lehre von Sachen überhaupt und besonders von den Farben führen könne. Merkwürdig bliebe es immer, daß die in ihrer Erleuchtungsfähigkeit und in ihrem chemischen Verhalten so wesentlich verschiedenen und einander entgegengesetzten Farben sich wechselseitig als subjektiv hervorriefen, und daß die Ursache hievon bloß im Auge liege, woraus sich doch unmittelbar auf eine gewisse, der Wirkung der jedesmaligen Farbe correspondirende Veränderung dieses Organs schließen lasse.

Lampe, elektrische, Brennluftlampe, Wasserstoffgaslampe (Zusatz z. S. 220. Th. III.). So sehr auch die Wasserstoffgaslampe in der Gestalt und Anordnung in den neuern Zeiten abgeändert wurde, so ist sie doch nicht so sehr in den allgemeinen Gebrauch gekommen, als sie es wohl verdient hätte. Die Ursache mag wohl darin gelegen haben, daß eine solche Vorrichtung, welche das Durchschlagen eines elektrischen Funken durch das ausströmende Wasserstoffgas entweder mittelst einer kleinen Elektrisirmaschine oder eines Elektrophors verlangt, dadurch zum Theil kostbar wird, zum Theil aber auch wegen nicht gehöriger Vollkommenheit des elektrischen Apparats sehr oft die bezweckten Dienste versagt. Es konnte daher wohl keine erwünschtere Entdeckung zur Ausführung dieses Zwecks gemacht werden, als die vor kurzem von dem Herrn Hofrath und Ritter Doebereiner zu Jena. Dieser entdeckte nämlich, nachdem er bereits eine Reihe von vorhergegangenen Versuchen über das Verhalten des Platinsuboxyds, des oxydirten Schwefelplatins und des metallischen Platinschwammes gegen verschiedene elastisch-flüssige Substanzen angestellt hatte, am 27. Juli 1823, daß schwammiger metallischer Platinstaub, so wie solcher bey der Zersetzung des Platinsalmiaks im Feuer

gewonnen wird, die höchst merkwürdige Eigenschaft besitzt, daß Wasserstoffgas durch bloße Berührung und ohne alle Mitwirkung äußerer Potenzen zu bestimmen, daß es sich bey niederer Temperatur mit Sauerstoffgas zu Wasser verbindet, wobey oft eine bis zum Entglühen des Platins gesteigerte Summe von Wärme erregt wird. An demselben Tage fand er ferner, daß die Verbrennlichkeit des Wasserstoffgases durch die Berührung mit metallischen Platinschwamm so sehr erhöht wird, daß es eine Mischung von 0,99 Stickgas mit 0,01 Sauerstoffgas in wenigen Minuten total desoxydirt; daß folglich das Platin eine Wirkung äußert, welche die des schlagenden elektrischen Funkens weit übertrifft, und daher nicht nur als Eudiometer, sondern auch als ein sicheres Mittel, die Syntheſe des Wassers ohne alle Gefahr zu bewirken, benutzt werden kann. Am 3ten August endlich gelang es ihm, jenes merkwürdige Verhalten des Wasserstoffgases gegen Platinschwamm auf eine höchst glänzende Art durch das Experiment hervortreten zu lassen. Er fand nämlich, daß, wenn Wasserstoffgas aus einem Gasbehältniß durch ein nach unten gebogenes weites Haarröhrchen auf Platinschwamm, welcher in einem Uhrglase enthalten ist, ausströmt, so daß der Gasstrom sich vor der Berührung des Platins mit atmosphärischer Luft mischt, das Platin fast augenblicklich roth- und weißglühend wird, und daß, wenn der Gasstrom stark ist, das Wasserstoffgas verpuffend entflammt. Dieser Versuch ist höchst überraschend und setzt jeden Beobachter in Erstaunen, wenn ihm gesagt wird, daß er das Resultat einer dynamischen Wechselwirkung von zwey Arten der Elementarmaterie sey, wovon die eine die leichteste, die andere die schwerste derselben ist.

Diesem seinem letzten Versuche zu Folge schlug Doebereiner den Platinschwamm sogleich zum Gebrauche eines schnellen Feuerzeugs vor, indem derselbe bey der Wasserstoffgaslampe statt der kostspieligen elektrischen Vorrichtung sehr vortheilhaft gebraucht werden kann.

Nach seiner neuern Einrichtung giebt er folgendes Verfahren an: Man rolle einen Platinfaden an einem Ende etwas spiralförmig auf, und überziehe den aufgerollten Theil desselben mit etwa zwey Gran befeuchteten Platinsalmiak, und zersetze dann letztern im Feuer einer Spirituslampe — welches bis zum Weißglühen gesteigert werden kann: so bekommt der Platinfaden durch die kleine Menge des angeschweißten Platinschwammes die Eigenschaft, daß er Knallgas bey fast augenblicklicher Berührung, d. h. fast eben so schnell, wie der elektrische Funke, entzündet. Wickelt man nun den so zubereiteten Platinfaden oder Draht um die Röhre eines Wasserstoffgasbehälters, wie im gewöhnlichen elektrischen Feuerzeuge, aus welchem das Gas beym Eröffnen des Hahns ausströmt, so daß der mit Platinschwamm bedeckte Theil des Drahtes von dem ausströmenden Wasserstoffgas berührt wird; so hat man das einfachste und sicherste Feuerzeug. Noch vorzüglicher ist ein kleiner Korb von ganz dünnem Platindrahte auf die beschriebene Art mit Platinschwamm vorgerichtet.

Ein solches einfaches Platinfeuerzeug bildet die fig. 29. ab.

Daß diese von Herrn Doebereiner gemachte Entdeckung vieles Aufsehen erregte, war gar nicht zu bezweifeln. Die von ihm angestellten Versuche wurden fast von allen Chemikern in Deutschland, Frankreich und England wiederholt, und von mehreren derselben noch mehr erweitert. Das Wesentlichste davon soll unter dem Artikel: Platin, angeführt werden.

Der Herr Professor Pfaff in Kiel *) beschäftigte sich gleich nach der Bekanntmachung der Entdeckung des Herrn Doebereiner besonders mit der Anwendung des

*) Ueber die von Doebereiner entdeckte merkwürdige Eigenschaft des metallischen Platinastaubes oder Platinaschwammes, die Anwendung desselben bey den sogenannten elektrischen Lampen, und das dabey zum Grunde liegende Wirkungsprincip, in Schweigger's Journal für Chemie u. Physik. B. X. S. 1 f.

Platinschwammes zur Verbesserung der Wasserstoffgaslampen. Er bemerkt, daß es nur darauf ankomme, auszumitteln

1. ob der Draht mit Leichtigkeit zugerichtet werden könne, und

2. ob es unter den gewöhnlichen Bedingungen und Umständen, unter welchen solche Lampen gebraucht werden, stets mit Sicherheit wirke.

Was das erstere betrifft, so zeigen schon die Vorschriften des Herrn Doebereiner, daß nichts leichter ist, als einen solchen Platindraht je feiner, je besser zuzubereiten. Statt des Platindrahts wurden auch andere Drähte zu Spiralen gewunden, und auf dieselbe Art mit Platinschwamm überzogen. Messingdraht leistete dieselben Dienste, nur durfte man die Flamme nicht zu lange fortbrennen lassen, weil er sonst abschmolz. Eisendraht versagte die Dienste. Statt der Spirale von Platindraht kann man auch nach Pfaff Röhrchen von dünnem Platinblech nehmen, das man im Innern mit dem Platinschwamme auf eine ähnliche Weise, wie den Draht, überzieht, hier und da mit feinen Löchern durchbohrt, und durch einen Ring über das Rohr, aus welchem das Wasserstoffgas hervorströmt, befestigt.

In Ansehung der zweyten Forderung soll die Lampe ihre Dienste in sehr verschiedenen Graden der Temperatur und bey sehr verschiedenen Zuständen der atmosphärischen Feuchtigkeit leisten. Es war also hier vorzüglich die Frage, bis zu welcher Tiefe der Temperatur herunter leistet der Platinschwamm noch seine Dienste? Elektrische Lampen werden häufig in Schlafzimmern gebraucht, wo die Temperatur unter o Grad ist. Herr Pfaff konnte nur Versuche bis auf + 2° Wärme anstellen. In dieser Temperatur leistete Doebereiner's Draht noch seine Dienste. Nur zeigt sich darin ein kleiner Unterschied, daß, je größer die Temperatur eines Zimmers ist, desto schneller der Zeitpunkt des Erglühens des Drahts und der flammenden Entzündung eintritt.

In niedrigern Temperaturen dauert es wohl eine halbe, ja nach Umständen eine ganze Sekunde, und auch wohl mehrere Sekunden, bis durch das erst langsame Verbrennen so viel Wärme erzeugt worden ist, daß der Platinüberzug anfängt zu glühen. Es ist sehr wahrscheinlich, daß der Platinschwamm bey sehr niedrigen Temperaturen seine Dienste leistet.

Ein anderer Umstand, welcher den Gebrauch des Platinschwammes beschränken könnte, ist die atmosphärische Feuchtigkeit. Es ist bekannt, welchen nachtheiligen Einfluß die Feuchtigkeit auf den Elektrophor hat. Nach Herrn Pfaff's Erfahrung zeigt auch diese auf Doebereiner's Platinschwamm keine Einwirkung.

Nur der einzige Umstand ist nach Herrn Pfaff zu berücksichtigen, ob auch ein solcher Platinschwammüberzug recht dauerhaft ist. Die Versuche in dieser Hinsicht sind noch nicht zahlreich genug; doch verträgt nach Herrn Pfaff derselbe sehr wohl das Umfassen, und ein kleines, vorn offenes, auch seitwärts zum Zutritte der atmosphärischen Luft mit einigen Löchern versehenes Metallrohr werde ihn ohne Zweifel hinlänglich schützen.

Was aber das Wirkungsprincip des Platinschwammes betrifft, so haben einige Naturforscher nur einige Muthmaßungen davon aufstellen können. Der Entdecker selbst dieser merkwürdigen Erscheinung, Herr Doebereiner, führt an: da das schwammige Platin sich gegen Knallgas gewisser Maaßen wie funkende Elektricität verhält, so müssen wir nachsehen, ob es nicht, auch eben so wie diese, vielleicht unter irgend einer besondern Form und Anordnung seiner kleinsten Theilchen, mit der Eigenschaft begabt sey, das Wasser in seine chemischen Elemente zu zersetzen. Auch Hr. Prof. Schweigger *) hat diese Erscheinung so wie andere bekannte damit verwandte Phänomene unter ein allgemeines Gesetz elektrischer Spitzen-Anziehung zu bringen gesucht.

*) Schweigger's Journal für Chemie u. Physik. B. IX. S. 214 ff.

Allein der Herr Prof. Pfaff bemerkt, daß ein solches Hauptwerk von seinen Platinaspitzen wie die zum Versuche bereitete Platina sie darstellt, seine vorzügliche Wirksamkeit mehr nach seiner eigenthümlichen Platin-Natur als seiner Zerfaserung verdanke, indem aus mehreren Versuchen erhelle, daß auch ein vollkommen glatter Platindraht einen so entscheidenden Vorzug vor allen andern Metallen in der Zündkraft zeige. Wie aber nun die Abänderung der Oberfläche diese Platina schon an sich in so hohem Grade zukommende Eigenschaft noch weiter steigere, sey freylich eher noch durch einige Analogien zu erläutern, als ganz begreiflich zu machen. Sollte nicht in Beziehung auf den gegebenen Raum die bloße Vermehrung der Oberfläche, an welcher nun die erst langsame Synthese des Wasser eintritt, schon zur Erklärung hinreichen? Oder ist doch das Spitzenprincip im engern Sinne, wie es sich bey den Erscheinungen der elektrischen und Wärme-Ausstrahlung thätig beweist, hier anwendbar, und ist das Glühen dieser Platinaspitzen nichts anderes als nur Vereinigung der entgegengesetzten Elektricitäten in ihnen, die sie den Gastheilchen entziehen? Wenn die bloße Rauhheit der Oberfläche des Platindrahts hinreichte, so könnte man dieselbe auch durch das bloße Anfressenlassen des Platindrahts durch Salpetersäure erreichen. Dieser Versuch habe ihm aber noch kein befriedigendes Resultat gegeben. Wenn die große Zündkraft der Platina mit ihrem Verhalten gegen Wärme, Elektricität und ihrer Stelle in der Reihe der galvanischen Leiter zusammenhange, so könnte man eine ähnliche Wirksamkeit noch von einigen andern Körpern, namentlich vom Graphit, erwarten. Aber wie soll man diesen in einem ähnlichen Aggregat-Zustande darstellen. Sollte nicht auch das mineralische Chamäleon etwas in dieser Hinsicht versprechen? Die sinnreiche Idee Schweigger's in Beziehung auf die Rolle, welche der fein zerfaserte Schwamm in dem Compressions-Feuerzeuge

ſpielen ſolle, habe er in ſo weit einer Prüfung unterworfen, daß er in eine ganz ähnliche Compreſſions-Röhre von Glas, wie Schweigger die ſeinige angebe, ſtatt des Zündſchwammes Platinaſchwamm, welcher nach Schweigger's Idee noch wirkſamer ſeyn ſollte, hineingebracht habe; allein der Blitz ſey, wie auch der Verſuch angeſtellt wurde, ausgeblieben, während der Schwamm unter einem blitzähnlichen flammenden Leuchten ſich entzündet habe. Er leite daher die merkwürdige Erſcheinung mehr von dem erſten heftigen Entbrennen in einer ſo ſehr verdichteten Luft, daß ſie mehr noch als ein bloßes Aequivalent von reinem Sauerſtoffgaſe ſey, ab; und daß die Lebhaftigkeit des Brennens auch augenblicklich wieder nachlaſſe, hange von dem Verzehrtwerden des wenigen Sauerſtoffgaſes ab. Daß dieſelbe Menge von Wärme bey Platina wegen ihrer viel geringern Capacität für Wärme und ihres ſchlechten Leitungsvermögens für dieſelbe, verglichen mit andern Metallen, als Gluth auftrete, die ſich in jenen Metallen, gleichſam durch Verdünnung in denſelben wegen ihrer größern Capacität und beſſern Leitung, ſchwäche, ſcheine ohne allen Zweifel einen Hauptantheil an der großen Zündkraft der Platina zu haben. Er bemerke nur noch, daß die Platina zwar ein ſchlechter Leiter, aber doch auch ein ſehr guter Strahler der Wärme ſeyn müſſe; denn ein glühender Platintiegel kühle ſich ſchneller ab, als ein gleich großer Tiegel von irgend einem andern Metalle.

Der Herr Prof. Schweigger führt aber gegen Herrn Pfaff's Meinung folgendes an. Zuerſt ſcheine es ihm gar nicht aus ſeinen Anſichten, welche er über Doebereiner's neues Feuerprincip ausgeſprochen habe, hervorzugehen, daß im Compreſſionsfeuerzeuge ein Platinſchwamm noch beſſer zur Hervorrufung der Lichterſcheinung wirken müſſe, als ein gewöhnlicher Zündſchwamm. Man erwäge nur auf der einen Seite die ungemeine Kleinheit eines ſolchen Platinſchwammes, und

auf der andern Seite, daß es im Sinne jener Theorie offenbar auf die Menge der Berührungspunkte der Luft mit dem Platinschwamm ankommen werde. Wirklich müsse auch der Luftstrom rasch zuströmen bey Doebereiner's Versuch, und das Entglühen der Platina, so wie die Entzündung des Hydrogens, erfolgten um so schneller, je weniger Platinschwamm mit viel des mit atmosphärischer Luft gemengten Hydrogens in Berührung komme.

Sollte also zur Prüfung der von ihm aufgestellten Ansichten ein Versuch mit Platinaschwamm angestellt werden, so müßte dieß im Sinne jener Theorie nicht sowohl mittelst des Compressions-Feuerzeugs, als vermittelst eines Luftstroms aus der Windbüchse geschehen, so fern es anders gelinge den Platinschwamm so fest einzuschweißen an einen spiralförmig aufgewundenen Platindraht, daß er von einem so heftigen Luftstrom nicht hinweggerissen werde. Im Grunde aber lasse sich der Erfolg schon aus Versuchen von John Hart errathen, indem derselbe gefunden, daß überhaupt harte, vor den Lauf der Windbüchse gehaltene Körper die Erscheinung des Windbüchsenlichts bewirkten. Wahrscheinlich werde sich der Versuch noch in einem kleinern Maaßstabe mit einer aus enger Röhre sehr heftig ausströmenden Luft anstellen lassen. Und dann werde Platinaschwamm wenigstens besser, aller Wahrscheinlichkeit nach wirken, als ein gewöhnlicher in den Strom der hervorbrechenden Luft gehaltener Zündschwamm.

Was den zweyten Satz des Herrn Prof. Pfaff betrifft, daß nämlich comprimirte atmosphärische Luft bey jener Lichterscheinung als Aequivalent des reinen Sauerstoffgases angesehen werden könne, so hat der Hr. Prof. Schweigger dagegen folgende Bedenklichkeiten. Er hatte nämlich schon auf einen merkwürdigen mechanisch darzustellenden Gegensatz zwischen Hydrogen und Oxygen aufmerksam gemacht, indem die brennbare Luft durch Verdünnung an Fähigkeit zum Brennen verliert,

so daß, wie der Herr v. Grotthuß zuerst gezeigt habe, Knallgas im ausdehnenden Zustande nur langsam abbrennt, ohne zu explodiren, selbst wenn diese Ausdehnung durch Wärme bewirkt wurde. Die Einwendungen Davy's gegen diesen letzten Punkt seyn unbefriedigend. M. s. den Artikel: Flamme Th. VIII. S. 97 ff. Ihm scheine in der That, daß Davy's Glühelämpchen, dem Principe nach, dem verdienstvollen Physiker, dem Herrn v. Grotthuß wissenschaftlich angehöre. Denn offenbar sey es eine langsame Verbrennung der durch Wärme verdünnten explosiven Mischung, welche bey Davy's Glühelämpchen wirke.

Freylich sehen wir nun aber aus Doebereiner's Versuch, daß bey dieser Lampe ohne Flamme noch etwas anderes mitwirke, woran bisher niemand gedacht; und daher komme allerdings bey Erklärung jenes Glühelämpchens eben jenes neue von Doebereiner entdeckte Princip ganz vorzüglich in Betrachtung, und dieses Lämpchen gewinne dadurch erst seine rechte, übrigens von allem dem, was durch die Forschungen so ausgezeichneter Physiker wie v. Gotthuß und H. Davy entdeckt wurde, durchaus verschiedene wissenschaftliche Bedeutung. Aber es entstehe gewisser Maaßen im Cirkel ein Beweis, wenn man umgekehrt Doebereiner's merkwürdigen Versuch aus den Erscheinungen des Glühelämpchens zu erklären versuchen wolle. Man könne höchstens sagen, daß H. Davy bey seinen Versuchen der Entdeckung Doebereiner's nahe, so wie Ed. Davy derselben noch näher war, wenn nicht eben jenes kleine Glühelämpchen ihn irre geleitet hätte.

So wie nach v. Grotthuß Entdeckung die brennbare Luft durch Ausdehnung an Brennbarkeit verliere, während bey festen und liquiden Körpern durch feinere Zertheilung die Fähigkeit sich zu entzünden vielmehr vermehrt werde; so scheine im Gegensatze jener brennbaren Luft das Oxygen (dasselbe als Zündluft betrachtet, was es wenigstens im Verhältniß zum Hydrogen

sey) an zündender Kraft durch Verdünnung zu gewinnen. Man fülle, um sich davon zu überzeugen, einen Flintenlauf mit Queckſilber, und tauche eine auf beyden Seiten offene Glasröhre ein. Oben auf lege man ein Stückchen Phosphor, welches vermittelſt des Stöpſels, wodurch das obere Ende der Glasröhre verſchloſſen wird, unter das Queckſilber gebracht werden kann, damit man gewiß iſt, keine gemeine atmoſphäriſche Luft mit einzuſchließen. Nun ziehe man die wohlverſchloſſene und verſiegelte Glasröhre in die Höhe, und laſſe einen kleinen Antheil des reinſten Oxygens aufſteigen. So lange das innere und äußere Queckſilber gleich hoch ſtehen, folglich das Oxygen dieſelbe Dichtigkeit, wie die atmoſphäriſche Luft hat, wird der Phosphor nicht leuchten, ungeachtet er ſich keineswegs mit einer Oxydkruſte bedeckt. Aber nun hebe man die Glasröhre empor, daß das Oxygen verdünnt wird, und bald wird das Leuchten beginnen. Man könnte glauben, eine durch Luftverdünnung vermehrte Verdampfung des Phosphors ſey Urſache dieſes eintretenden Leuchtens. Und dieſer Grund gewinne noch an Stärke, wenn er etwas anführe, was ſchon längſt Herr Gener. v. Hellwig beobachtet habe, daß auch in comprimirter atmoſphäriſcher Luft Phosphor aufhört zu leuchten. Erwäge man aber, daß dieſe Verdünnung des Oxygens, ſtatt durch Verminderung des Luftdrucks, auch durch Einmiſchung von Stickgas hervorgebracht werden könne, indem ja Phosphor in atmoſphäriſcher Luft bey unvermindertem atmoſphäriſchem Druck leuchte: ſo erhelle, daß in der That durch Verdünnung, als ſolche, die Zündkraft des Oxygens vermehrt werde, wenigſtens im Verhältniß zum Phosphor.

Aus dieſem Geſichtspunkte alſo ließen ſich wohl Einwendungen gegen die Anſicht machen, daß die im Compreſſionsfeuerzeuge heftig zuſammengedrückte Luft als ein Aequivalent des Oxygens betrachtet werden könne, und der helle Lichtblitz daher von der erſten Entzündung des

anbrennenden Schwammes herrühre. Es sey der Schwamm nicht nöthig zur Entstehung eines Lichtblitzes ganz von derselben Helle, als bey seiner Anwendung hervortrete, sondern er begünstige bloß dessen Erscheinung. Er habe die Wirkung des Schwammes aus seiner, das Hervortreten der Elektricität durch Spitzenwirkung erleichternden, faserigen Structur abgeleitet. Diese Elektricität einsaugende Kraft habe aber auch der durchnäßte Schwamm noch, obwohl in viel geringerm Grade. In der That könne man also im Sinne seiner Theorie auch noch vortheilhafte Wirkung, wenn gleich in viel geringerm Grade, von einem durchnäßten, an dem Häkchen des Stempels, der in das Compressionsfeuerzeug eingestoßen werde, befestigten Schwamme erwarten. Und dieß sey wirklich der Fall. Auch ein solcher ganz durchnäßter Schwamm, der also durchaus sich nicht entzünden könne, begünstige die Erscheinung des Lichtblitzes im Compressionsfeuerzeuge, wie er sich durch Versuche überzeugt habe. Vorzüglich gut wirkte mit Alaun getränkter, sich also nicht entzündender, trockener Schwamm, so wie auch feine Asbest- und Glasfäden, an dem Stempel befestigt, jener Lichterscheinung ganz unverkennbar günstig waren.

Noch einen andern Zusatz wolle er über Doebereiner's neues Feuerprincip beyfügen. Es drehe sich hier alles um den Satz, daß selbst Luftarten als bestehend aus krystallinischen (und krystallelektrischen) Theilen angesehen werden. Er habe sich dabey auf die Erscheinungen doppelter Strahlenbrechung selbst bey liquiden Flüssigkeiten bezogen, und von diesen liquiden Flüssigkeiten auf dunst- und luftförmige geschlossen. Es lasse sich aber auch ein directer Beweis in der letzten Beziehung führen. Kampfer z. B. hat bekanntlich im festen Zustande doppelte Strahlenbrechung; er behalte darauf deutende Eigenschaften auch im flüssigen Zustande, wovon er sich durch unmittelbare Versuche überzeugte. Sicherlich aber würde er dieselben Eigenschaf-

ten im gleichen Sinne auch im dunstförmigen Zustande beybehalten. Wenigstens habe Biot gesehen, daß Terpentinöl Eigenschaften, die auf Krystalle von doppelter Strahlenbrechung deuten, eben so und im gleichen Sinne beybehalte im dunstförmigen, wie im flüssigen Zustande. Offenbar geschehe also die Vertheilung der Körper, selbst wenn sie in flüssigen oder luftförmigen Zustand übergehen, stets dem krystallinischen Gefüge gemäß, und die krystallinische Structur, welche sich nach wie vor durch die optischen Eigenschaften zu erkennen gebe, werde also durch den liquiden und dunstförmigen Zustand nicht zerstört.

Würden nun feste Körper zusammengepreßt, so finde bekanntlich Elektricitätsentwickelung statt. Bey heftigem Stoß auf liquide und luftförmige Körper sähen wir Lichterscheinungen entstehen; aber Elektricitätsentwickelung sey wegen der großen Beweglichkeit der Theile, wodurch eine rasche Ausgleichung aller entgegengesetzt elektrischen Differentiale herbeygeführt werde, nicht nachzuweisen, es sey dann, daß kleine Staubtheilchen da seyn, welchen die momentan frey werdende Elektricität adhärire.

In diesem Sinne werde es verständlich, wie selbst bey Nichtleitern der Elektricität der Contact mit andern Stoffen von großer Bedeutung für ihre chemische Wirksamkeit werden könne. Und auf diesen Contact komme es doch bey Doebereiner's Versuch auf alle Fälle an, wie wir auch die Art der Wirksamkeit dieses Contacts von Hydrogen mit Platinaschwamm und die davon abhängende disprimirende Verwandtschaft auffassen möchten, wodurch bey niederer Temperatur die Anziehung des Hydrogens und Oxygens bewirkt werde.

In dieser Beziehung werde es, um zu einem Gesetze zu gelangen, nützlich seyn, alle ähnlichen Fälle zu sammeln, bey welchen ein Contact von elektrischen Nichtleitern gewisse chemische Verwandtschaften herbeyführe, die vorher nicht vorhanden gewesen, oder jedoch

die vorhandenen erhöhe. So entzünde sich z. B. Phosphor im Contacte mit rothem Phosphoroxyd bey gemeiner Temperatur, worauf eben das bekannte Phosphorfeuerzeug sich gründe. Eben so ziehe schwefelichte Säure im Contacte mit Salpetersäure nicht bloß aus dieser, sondern auch aus der atmosphärischen Luft Oxygen an; offenbar werde also die Anziehung der schwefelichten Säure zu Oxygen durch diesen Contact bedeutend erhöht. Bekanntlich beruhe darauf die Bereitung der Schwefelsäure im Großen durch Verbrennung von Schwefel, indem man dem Schwefel etwas Salpeter beymenge, oder auch nur in die Bleykammern Schalen mit Salpetersäure gefüllt hinsetze. Aehnliche Zusammenstellungen ließen sich noch mehrere machen, und die interessanteste sey die von Doebereiner gleich anfänglich gemachte, wodurch er eben auf seinen merkwürdigen Versuch geleitet wurde, nämlich die Disponirung des Alkohols durch Contact mit Platinoxyd zur raschen Anziehung des Oxygens aus der atmosphärischen Luft. Andere verwandte Dinge, so wie mehrere Andeutungen verschiedener Art, finde man in den belehrenden Abhandlungen von Dulong und Thenard, so wie von Pleischl angeführt, welcher zu gleicher Zeit mit jenen französischen Chemikern und auf demselben Wege die schönen Entdeckungen Doebereiner's weiter verfolgte.

Uebrigens führt Herr Schweigger noch einige Versuche über das Windbüchsenlicht an, weil diese Erscheinung mit der hier in Rede stehenden eine so genaue Verbindung zu haben scheint. Es wurde nämlich der Windbüchse nur die Hälfte, zuweilen nur ein Drittel der Ladung gegeben, um recht gewiß zu seyn, daß sie an sich im Dunkeln abgeschossen keine Lichterscheinung hervorzubringen im Stande sey, wovon man auch unmittelbar überzeugt wurde. Sogleich entstand aber das Windbüchsenlicht in dem schönsten Glanze, wenn aufgewundener sehr dünner Eisendraht, welcher oben aufgeschnitten war, so daß er eine Bürste von Eisendraht

bildete, an die Mündung gehalten wurde. Auch bloßer aufgewundener nicht aufgeschnittener feiner Eisendraht, der mithin keine Masse von Spitzen bildete, wirkte, obwohl schwächer. Noch schwächer schien aufgewundener Platinadraht zu wirken; meist gab er gar kein Licht; dabey bemerkt er aber, daß wohl noch der Versuch mit einer Art von Bürste mit dünnen Platinadraht anzustellen wäre. Eine Bürste von Messingdraht, oder eine Masse gewöhnlicher Stecknadeln, durch einen dünnen Kork gesteckt, so daß sie mit den Spitzen hervorragten, wirkte gleichfalls. Doch war die Lichterscheinung anders als bey dem Eisendrahte, der Funken und Feuerstreifen gab, während bey Messingdraht und gewöhnlichen Stecknadelspitzen bloß ein phosphorischer Schein entstand. Mit schönem Lichte leuchtete eine Quarzdruse, vor die Mündung des Laufs gehalten, obwohl eine Masse Glasfäden, die, eingeladen in die Windbüchse, dem John Hart ein schönes Licht gaben, vorgehalten als ein Band am Laufe, bey einem Versuche mit guter Ladung kein Licht zeigen wollte, während doch die Heftigkeit des ausbrechenden Stroms das Glasfadenband zerriß. Bey diesen vorläufigen Versuchen, bemerkt Schweigger, sehe man wohl ein, daß es vorzüglich auf Hervorragungen und Spitzen anzukommen scheine, wenn das Licht besonders lebhaft werden solle. Eisendraht, der freylich sehr fein war, und eine dichte Masse von Spitzen darbot, bewirkte das lebhafteste Licht, nämlich strahlende Lichtbüschel. An Wahrscheinlichkeit gewann daher noch Schweigger wenigstens durch diese ersten Versuche die von ihm ausgesprochene Ansicht, daß wie bey einem Strom Hydrogen Platina, so bey einem Strom atmosphärischer Luft (Oxygen) ein unedles Metall (Eisendraht) der hervortretenden Lichterscheinung günstig sey.

Zuletzt führt Schweigger noch an, daß diese ersten Versuche entscheidend bewiesen, daß die Erklärung, welche John Hart vom Windbüchsenlichte gebe, eine

unrichtige sey. Er meint nämlich, daß es von einer Reibung solcher harter Körper herrühre, die aneinander geschlagen Licht geben, wie Quarz, Flußspath, Zucker, welche im Dunkeln gerieben leuchten. Denn Eisendrähte im Finstern gerieben, leuchten nicht, so wenig als andere Metalldrähte; und dennoch wirkten die Metalldrähte und Spitzen, und namentlich seine Eisendrähte, sehr günstig zur Hervorrufung des Windbüchsenlichts.

Der Herr Hofrath Doebereiner selbst macht noch die Bemerkung, daß ihm die Ursache der wunderbaren Thätigkeit des Platins bisher verborgen geblieben sey, und ihm bis jetzt noch unbekannt wäre; er hoffe aber, daß wir vielleicht auf dem vom Herrn Schweigger angedeuteten Wege des Forschens bald zur nähern Kenntniß derselben gelangen werden. Nach ihm hat die neue Feuererscheinung am meisten Aehnlichkeit mit dem Entglühen eines, eine galvanische Kette entladenden Platindrahtes. Da dieß Entglühen durch die Ausgleichung der beyden Elektricitäten, oder durch die entgegengesetzte elektrische Strömung veranlaßt werde, und Sauerstoffgas und Wasserstoffgas entgegengesetzt elektrisch seyn; so sey vielleicht das Entglühen des Platinaschwammes in Knallgas ebenfalls das Resultat einer elektrischen Entladung dieser Gasmischung und analog der, wie es scheine, aus gleicher Ursache entspringenden Feuerscheinung, welche sich darstellt, wenn Schwefel und Metalle oder entgegengesetzt elektrische Metalle (z. B. Zink, Platin u. s. w.) sich chemisch durchdringen.

Einige andere Naturforscher, welche Doebereiner's Versuche ebenfalls wiederholt haben, betrachteten die neue Erscheinung als ein Wärme-Phänomen, und als ein Analogan der Glühelampe. Allein Doebereiner meint, daß man die Erscheinung der letztern vielmehr höchstens nur als eine Folge der besondern Thätigkeit des Platins, welche die Verdichtung und Entzündung des Knallgases bedingt, ansehen dürfe; und schon diese

Ansicht sey zu gewagt, weil das glühende Verbrennen des Alkohols oder des Aethers nicht bloß am erhitzten Platindraht oder Platinstaub, sondern, wie er vor mehreren Jahren gezeigt habe, auch am erhitzten Kobalt- und Nickelstaub, so wie an den erhitzten Oxyden des Mangans, des Nickels, des Kobalts, des Zinns, des Urans u. s. w. Statt finde. Diese Erscheinung und der Umstand, daß, außer dem Platin, keine dieser Substanzen fähig sey, das Knallgas bey niederer Temperatur zu verdichten oder zu entzünden, bewiesen, daß das glühende Verbrennen des Alkohols u. s. f. nicht durch jene Platinthätigkeit, sondern zunächst bloß durch Wärme bedingt sey.

Die Vermuthung eines andern Naturforschers, daß die neu entdeckte Eigenschaft des Platins von derselben Kraft abgeleitet werden könne, welche die Zersetzung des oxydirten Wassers bewirke, habe keine Wahrscheinlichkeit, nicht etwa bloß dieserwegen, weil die geheime Kraft hier als eine zersetzende auftrete, sondern weil diese Zersetzung auch durch Metalle und andere Substanzen bewirkt werde, welche sich gegen Knallgas ganz indifferent verhielten.

Der Herr Doebereiner hat fast zu gleicher Zeit mit den Herrn Dulong, Thenard, Fischer und Pleischl gefunden, daß nicht allein Platin, sondern auch Palladium, Rhodium und Iridium, aber kein anderes Metall — mithin bloß diese Metalle, welche dem Platinerze als eigenthümliche angehören, mit der Eigenschaft begabt sind, das Knallgas bey niederer Temperatur zu verdichten und zu entzünden. Nach Herrn Doebereiner muß daher diesen Metallen ein gemeinschaftliches Wirkungsprincip zukommen, welches für sie eben so charakteristisch ist, als für Eisen, Nickel, Kobalt und Chrom die Eigenschaft, vom Magnete angezogen, und selbst magnetisch zu werden.

Herr Garden in London hat auch gefunden, daß das beym Auflösen des Platinerzes im Königswasser

zurückbleibende schwarze Pulver, bestehend aus Iridium und Osmium fähig sey, das Knallgas zu entzünden. Diese Angabe entsprach auch ganz Doebereiner's Erfahrung, nach welcher der aus Iridiumsalmiak dargestellte Iridiumstaub das Knallgas schneller, als der Rhodium, und Palladiumstaub verdichtet und entzündet; und diese Eigenschaft werde, wie es scheine, durch die Gegenwart von Osmium noch mehr erhöht.

M. s. Zur pneumatischen Chemie von Dr. J. W. Doebereiner Th. IV. Jena 1824. 8. S. 1 ff. Ueber neu entdeckte höchst merkwürdige Eigenschaften des Platins u. s. von J. W. Doebereiner Jena 1823. 4. Schweigger's Journal für Chemie und Physik B. X. S. 1 ff. Gilbert's Annalen der Physik. B. LXXVI. S. 81 ff.

Lampen (Zus. z. S. 221. Th. III.). Der Graf von Rumford *) hat sich um die Verbesserung der Lampen sehr verdient gemacht. Er bemerkt zuerst ganz richtig, daß die Argand'sche Lampe die Augen sehr ermüdet, und sie unfähig macht, Gegenstände, welche dieser blendenden Quelle des Lichts nahe sind, deutlich zu unterscheiden. Man habe daher ihr Licht durch Schirme aus verschiedenen Materien, die mehr oder weniger durchsichtig sind, zu schwächen gesucht, und diese Erfindung verdiene allerdings näher untersucht zu werden. Aus Versuchen und den daraus abgeleiteten Erklärungen folgerte der Graf v. Rumford, daß ein Schirm von matt geschliffenem Glase, wenn er zur Zerstreuung und Milderung des zu starken Lichts einer Lampe angewendet wird, keinen beträchtlichen Verlust an Licht veranlasse. Dieser Verlust des Lichts wird bey Schirmen aus Kreppflor, Gaze oder andern Materien nach Verhältniß des größern oder geringern Grades der Durchsichtigkeit der festen Theile dieser Materien mehr oder weniger beträchtlich. Um mit Sicherheit zu bestimmen,

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XLV. S. 343 ff.

welche Materie zu einem ſolchen Lichtſchirme am beſten diene, ſtellte der Graf mittelſt eines neuern ſehr einfachen Photometers die hierzu nöthigen Lichtverſuche an. Er fand, daß ſich die ſphäriſchen Schirme von matt geſchliffenen Glaſe zu Lampenſchirmen weit beſſer ſchicken, als Kugeln von Kreppflor oder Gaze. Denn das matt geſchliffene Glas verſchluckte weit weniger Licht, als dieſe ſeidenen Zeuge. Nur iſt in Anſehung der Größe der Schirme folgendes zu bemerken:

Der Durchmeſſer eines Schirmes muß verhältnißmäßig deſto größer ſeyn, je größer und heller die Flamme iſt, welche er bedecken ſoll.

Bey gleicher Größe und Stärke der Flamme verhält ſich die Dichtigkeit des Lichts, welches die Fläche des ſie bedeckenden Schirmes ausſendet, umgekehrt wie dieſe Fläche, folglich umgekehrt wie das Quadrat ihres Durchmeſſers.

Wenn die Dichtigkeit des Lichtes, das durch einen Schirm von 4 Zoll Durchmeſſer ausgeſendet wird, gleich 4 iſt, ſo wird ſie auf 1 reducirt, wenn man den Durchmeſſer des Schirmes verdoppelt; und zwar ohne einige Veränderung in der ſämmtlichen Lichtmenge, die in dem Zimmer verbreitet wird. Hieraus erhellet der Nutzen, welcher aus dem Gebrauche großer Schirme für die Augen entſteht.

Der Graf v. Rumford hat hiernach eine Hängelampe mit 1 bis 4 Dochten zur Erleuchtung großer Zimmer angegeben, von deren Art nach der Zeit in großen Städten, beſonders in Paris, Lampen mit drey bis ſechs cylindriſchen Dochten von doppeltem Luftzug in öffentlichen Häuſern in Gebrauch gekommen ſind. Gewöhnlich brennen dieſe Lampen in der Mitte eines Ballons von 15 bis 18 Zoll Durchmeſſer, welcher mit Gaze oder weißem Krepp überzogen iſt. Die Vorzüge dieſer neuen Erleuchtungsart vor der ältern beruht vorzüglich darauf, daß bey ihr alles Licht aus einerley Quelle ausſtrömt, jeder Ball nur eine einzige leuch-

tende Stelle und einen einzigen Schatten hat, indeß bey der gewöhnlichen Erleuchtung jeder Ball drey oder vier helle Stellen und viele Schatten zugleich zeigt, welches verurſacht, daß man weniger deutlich, ſcharf und leicht ſieht; auch fällt dann die Flamme ſelbſt nie, wie ſonſt nur zu häufig, in das Auge, wodurch ſolches ſehr ermüdet und angegriffen wird.

Eine der Hängelampe ähnliche Einrichtung hatte ſich der Graf als Tiſchlampe verfertigen laſſen. Sie hatte nur einen Docht; ihr ringförmiger Oelbehälter war 6 Zoll im Innern weit, 1 Zoll breit, und ¾ Zoll tief, und ſie ſtand auf einer Säule von 18 bis 20 Zoll Höhe. Wenn ſie mit ihrer Halbkugel aus Krepp bedeckt war, gab ſie ein ſehr ſanftes und helles Licht, und brannte 8 Stunden lang, ohne daß man ſie anzurühren brauchte. Er fand, daß dieſe Lampe ſelbſt einer Wachskerze vorzuziehen war.

Nach der Zeit hat auch der Herr v. Rumford eine kleine Handlampe, welche ſelbſt als eine Handlaterne gebraucht werden kann, beſchrieben, welche alle nur mögliche Vollkommenheiten einer guten Lampe in ſich vereinigt.

Einem der Hauptfehler, welcher bey allen Lampen Statt findet, abzuhelfen, hat ihm nicht wenig Mühe verurſacht; daß ſie nämlich einen unerträglichen Geruch verbreiten, wenn ſie mit einer ſehr kleinen Flamme brennen. Im allgemeinen war es bekannt, daß eine Lampe mit doppeltem Luftzuge, welche mit ihrem ſtärkſten Lichte brennt, keinen Geruch giebt; daß aber dieſelbe Lampe einen ſehr ſtarken und unangenehmen Geruch verbreitet, wenn man den Docht einzieht, ſo daß ſie mit einer kleinen Flamme brennt. Nach Herrn v. Rumford iſt die Urſache dieſer merkwürdigen Erſcheinung folgende: ſo lange die Lampe lebhaft brennt, iſt der Luftſtrom in ihrem gläſernen Rauchfange ſo ſtark, daß er nicht allein die Dille abzukühlen, ſondern auch die Flamme ſo in die Höhe zu treiben vermag, daß ſie

in einer merklichen Entfernung, oft mehr als einer Linie, von dem Rande der Dille zu ſchweben genöthigt iſt. Daher kommt es, daß letztere zu wenig warm iſt, um etwas von dem Oele, mit dem ſie in Berührung kommt, zerſetzen zu können. Wenn man aber den Docht beträchtlich kleiner macht, ſo wird der Luftſtrom in dem gläſernen Schornſteine ſehr ſchwach; die Flamme, die nicht mehr ſo ſtark in die Höhe getrieben wird, ſinkt nach und nach herunter, und läßt ſich endlich ganz auf dem Rand der Dille herab. Dieß kann aber nicht anders geſchehen, als daß die Dille heiß wird, die Flamme mag noch ſo klein ſeyn; und da die Dille allemal mit Oel belegt iſt, ſo läßt ſich der Geruch leicht erklären, den die Lampe in dieſem Falle verbreitet.

Nach mehreren vergeblichen Verſuchen fand er endlich, daß dieſes Uebel dadurch am beſten gehoben wurde, wenn er der Dille einen kleinen ausſpringenden Rand gab, um den in dem gläſernen Schornſteine aufſteigenden Luftſtrom abzulenken, und ihn zu nöthigen, daß er alsdann zurückkehre und in einer gewiſſen Höhe über den Rand der Dille (oder beſſer über den Rand der Ausbiegung), ſchief auf die Flamme ſtoße. Dieſe Ausbiegung, welche die Geſtalt eines Trichters hat, der kaum eine Linie breit iſt, erfüllt ſo vollkommen ihren Endzweck, daß man den Docht, ſo weit man will, einziehen kann, ohne daß der geringſte Geruch entſteht. Die Flamme mag groß oder klein ſeyn, ſo bleibt ſie in einer merklichen Entfernung von dem Rande der Dille, und dieſe wird nicht ſo ſtark erwärmt, daß ſie das Oel, womit ſie überzogen iſt, zerſetzen oder verflüchtigen könnte.

Auch hängt von der Geſtalt und Art des Dochts ein ſchlechtes und gutes Lampenlicht ab. Der Graf v. Rumford hat verſchiedene Arten von Dochten probirt. Zum gewöhnlichen Gebrauche ſchien ihm ein flacher Docht der beſte zu ſeyn, der etwa 1 Zoll oder 13 Li-

nien breit und 1 Linie dick ist. Wird dieser Docht in die Dille gebracht, so krümmt er sich kreisförmig, und nimmt die Gestalt einer zur Seite offenen Röhre an; um ihn leichter hineinzubringen, kann man ihm vorher diese Gestalt geben, indem man ihn in geschmolzenes Wachs oder sehr heißes flüssiges Inselt taucht, und ihn, wenn er gebraucht werden soll, über einen kurzen, etwa 2 Linien dicken hölzernen oder metallenen Stab krumm biegt. Ein solcher Docht giebt jedoch nicht das meiste Licht oder brennt mit der schönsten Flamme. Zu einer vollkommenen Lampe empfiehlt vielmehr der Graf einen Docht, welchen aus drey Stücken gut gesponnenen baumwollenen Garnes von 2 Linien Durchmesser zusammengesetzt ist. Man steift und härtet sie, indem man sie in zerlassenes Wachs taucht, bindet sie unten zusammen und läßt sie mit einander in die Dille gehen. Der eingeschlossene und durch den gläsernen Schornstein regierte Luftstrom, wirft sich zwischen diese drey angezündeten Dochte, und bläst die Flamme auf eine so vortheilhafte Art an, daß sie einen sehr vortheilhaften Glanz erhält.

Auch kann man einen andern Docht anwenden, der aus zwey platten Dochten zusammengesetzt ist, welche aneinander geheftet und mittelst einer hierzu nöthigen Dille so gestellt werden, daß sie ein rechtwinklichtes Kreuz bilden. Diese Gestalt des Dochts ist nach den Graf vielleicht die beste unter allen; sie giebt eine sehr große Menge von Licht und ist sehr vortheilhaft für eine Lampe, die zuweilen als Nachtlampe dienen soll. Denn wenn man die vier Streifen an ihren Enden mit einer Scheere putzt, und die übrig gebliebenen Streifen, welche sich in der Mitte berühren, in die Dille zieht, so zieht sich die Flamme gegen die Axe der Dille zusammen und von den Seiten hinweg, und die Dille ist um so weniger der Erhitzung ausgesetzt, je kleiner die Flamme wird.

Ueber die Zubereitung aller Dochte für solche Lampen giebt der Graf noch folgende Vorschriften. Er be-

merkt zuerſt, daß alle fremde Stoffe, feſte oder flüſſige, welche in den feinen Faſern der Baumwolle hängen bleiben, der freyen Bewegung des Oels hinderlich ſind. Daß viel Luft lange an dem Eintauchen des Dochts in das Oel an der Baumwolle hängen bleibt, kann man ſehen, wenn man das Oel mit dem Dochte in einen luftleeren Raum bringt. Eben ſo bleibt viel Feuchtigkeit mit dem Dochte verbunden. Wenn man daher dem ſchmelzenden Talge eine viel größere Hitze als die des kochenden Waſſers giebt, und in dieſe heiße Flüſſigkeit einen Docht oder einen Bündel Dochte wirft, ſo werden Luft und Feuchtigkeit, welche der Baumwolle anhängen, augenblicklich mit einem ſtarken Aufſchäumen ausgetrieben; der Talg nimmt die Stelle derſelben ein, und ſie bleiben dann auf immer von der Baumwolle getrennt. Das Aufſchäumen hört von ſelbſt auf, wenn die Dochte unterſinken, und man kann ſie ſodann ſogleich herausnehmen, abtropfen und trocknen laſſen. Dann wickelt man ſie ſogleich in Papier, um ſie vor Staub zu bewahren, und ſo laſſen ſie ſich Jahre lang gut aufbewahren. Sonſt muß, wie bekannt, die Erhitzung des Talges mit Vorſicht geſchehen. Denn wenn man den Talg faſt bis zum Sieden erhitzt, ſo fängt er ſehr leicht Feuer, welches ſchwer zu löſchen iſt. Daher muß man ihn in freyer Luft in einem großen Gefäße, welches auf einer Kohlpfanne ſteht, worin die Kohlen ohne Flamme brennen, ſchmelzen.

Auch kann man die Dochte durch Eintauchen in geſchmolzenes Wachs, welches dem Aufwallen nahe iſt, zubereiten.

Da aber eine jede Art von Unreinigkeit einem Dochte ſehr ſchädlich iſt, ſo müſſen die Dochte, die man ſo zubereiten will, vorher gut gewaſchen und getrocknet werden. Der Graf hat bemerkt, daß die zubereiteten Dochte viel ruhiger brennen und länger dauern, als die unzubereiteten, und daß ſie ſich auch weniger verkohlen.

Der Graf v. Rumford kam dieser seiner Lampen wegen mit Argand's Nachfolgern in einen heftigen Streit *). Argand's Verwandter, und der einzige Erbe seiner Manufaktur von Versoix, Namens Bordier wollte nämlich noch eher, als der Graf v. Rumford, die Idee, die Lampe mit einem Schirme versehen und mit der von dem Grafen angeführten Verbesserungen in Ausübung gebracht haben. Bordier hatte angeführt, daß ein mattweißer Reflector über der Lampe ein sehr schönes Licht gebe, welches ruhig, sanft und gleichförmig sich verbreite, und daher zum Arbeiten und Schreiben vorzüglich diene. Weil eine solche Lampe ihr Licht von oben herab verbreitet, und es dem Mondlichte gleicht, so nannte Bordier sie Astral-Lampe. Dieser behauptete, daß die von dem Grafen v. Rumford angeführten Lampen nichts weiter sind, als die von ihm nach und nach zur größern Vollkommenheit gebrachte Astrallampe, und daß der Ballon von Flor die Erfindung des Herrn Parquet sey.

Dieser Streit war freylich für den Grafen eben nicht ehrenvoll; indessen hielt ihn dieß nicht ab, weitere Untersuchungen über die vortheilhafte Benutzung des Lampenlichtes anzustellen, und auf solche Art die Lampen immer mehr zu verbessern **). Hiebey gieng er von der Idee aus, daß das Licht eine vibrirende Erscheinung einer ätherischen Flüssigkeit sey, und glaubte aus seinen photometrischen Versuchen schließen zu dürfen, daß sich die Intensität des Lichtes einer Lampe durch ein einfaches Mittel fast ohne Grenzen vermehren lasse. M. s. den Art. Verbrennen. Auf diese seine photometrischen Versuche gründete der Graf eine neue große Hängelampe mit 4 platten Dochten, wovon jeder 1,6 engl. Zoll breit war, und welche insgesammt

*) Gilbert's Annalen d. Physik. B. LVI. S. 391 u. f.

**) Ebendas. B. XLVI. S. 227 ff. Schweigger's Journal für Chemie u. Physik. B. IX. S. 240 ff.

senkrecht und parallel neben einander standen in Entfernungen von ungefähr 0,2 Zoll die nächsten, und so getrennt, daß die Luft zwischen ihnen hinaufsteigen konnte. Diese vielflammige Lampe gab nach seinem Photometer mehr Licht, als sechs Argand'sche Lampen, wenn sie am hellsten brennen, d. i. so viel Licht als 40 zugleich brennende Wachslichter der besten Art. Nach seiner Anzeige sollte die Flamme dieser Lampe gegen die Flamme einer Argand'schen Lampe so groß seyn, daß letztere so gelb und blaß gegen erstere erscheint, als die Flamme einer gewöhnlichen in Vergleich mit der einer Argand'schen. Soll eine solche vielflammige Lampe die angezeigte Wirkung hervorbringen, so muß nach dem Grafen die Einrichtung so gemacht werden, daß die Hitze der Flamme so lange als möglich erhalten werde. Der einfachste Weg, dazu zu gelangen, ist nach dem Graf, mehrere platte Flammen nahe genug bey einander zu stellen, daß eine die andere gegen den mächtigen erkaltenden Einfluß der umgebenden Körper schütze. Da eine helle Flamme für das Licht einer andern Flamme, welches durch sie hindurchgeht, vollkommen durchsichtig ist, so verliert sich auch dadurch kein Licht, daß etwa eine Flamme das Licht der andern auffange. Der Graf ließ das Licht einer Flamme durch acht andere ähnliche Flammen hinter einander durchgehen, und es zeigte sich nicht die geringste Schwächung in der Intensität ihres Lichtes.

Diese von dem Grafen angegebene vielflammige Lampe ist in Deutschland nachgemacht worden; allein man hat doch die von ihr gerühmte Wirkung nicht so vollkommen gefunden, als sie der Graf angeführt hat.

Da bey der bisherigen Einrichtung der Oel- und Talglichter immer noch einige Unvollkommenheiten wahrgenommen worden sind, so hat man beständig versucht, diese immer mehr zu entfernen. So beschreibt Withaly Boswel *)

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LIX. S. 71.

eine Talglampe, bey welcher nicht allein das Unangenehme, das Licht öfter zu putzen, wegfällt, sondern auch die Flamme beständig eine gleiche Lichtstärke behält. Der Talg wird nämlich in einem über der Flamme hängenden Gefäße geschmolzen, von welchem mittelst einer freywilligen Bewegung beständig so viel in das kleine Gefäß, worin der Docht sich befindet, hinfließt, als zur Flamme mit gleicher Lichtstärke erforderlich ist.

Eine andere aerostatische Oellampe hat der Herr Director Vieth *) angegeben. Die innere Einrichtung dieser Lampe zeigt die Fig. 27. Der cylinderförmige Körper der Lampe ist durch eine Scheidewand in zwey Halbcylinder getheilt, wovon der eine A der Behälter des Druckölgefäßes, der andere D der Behälter des Brennöls ist. Das Druckölgefäße B, halbcylindrisch wie sein Behälter A, ist in dem letztern umgekehrt eingesetzt, die Oeffnung mit dem Ventil nach unten, und hat etwas Spielraum zwischen den Wänden des Behälters, theils um die Luft frey dahin dringen zu lassen, theils um das Gefäß ohne Anstoß herauszunehmen, und wieder einsetzen zu können, zu welchem Ende auch der Hals halb ausgeschnitten ist, so weit er von dem Deckel verdeckt wird. Aus dem Behälter geht das Fallrohr E in den Luftbehälter C hinab, wo es sich beynahe bis zur Decke dieses Behälters wieder aufwärts biegt.

Aus dem Luftbehälter C geht das Luftrohr F in den Brennölbehälter D hinauf, tritt über dessen Decke hinaus, und biegt sich bis beynahe an den Boden desselben wieder abwärts. Aus dem Brennölbehälter D geht endlich fast von dessen Boden an das Steigrohr G nach dem Dochtbehälter O hinauf, welcher nach Argand's Art röhrenförmig ist.

Die Flamme brennt in einem Glascylinder wie gewöhnlich ist. Mit halbcylindrischem bandförmigen Dochte

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LIX. S. 37 ff.

kann die Flamme auch ohne Glascylinder, aber mit Verlust an Helligkeit und Ruhe brennen.

Die äußere Form zeigt die Fig. 28., wo der cylinderförmige Körper A B die angeführten Oelgefäße enthält. Der Deckel E läßt sich über den Hals frey auf- und abschieben. Der Hals ist bey C durchbrochen, und läßt den Zapfen der Dochtwinde durch, deren Knopf bey C auf den Zapfen gesteckt wird, wie bey den neuern Lampen gewöhnlich ist. Der Schirmträger D ist ein breiter Blechring, der auf dem obern Theil des Halses aufgeschoben ist. Die ganze Höhe, von der Grundfläche des Fußes bis zum obern Rande des Dochtbehälters beträgt ungefähr 16 bis 18 Zoll Rheinl.

Die Behandlung dieser Lampe ist folgende: 1. zuerst wird der Brennölbehälter (Fig. 27.) D durch die in seiner Decke befindliche Oeffnung gefüllt, und mit einem Kork, oder mit einem eingeschliffenen Messingpfropf M luftdicht verschlossen.

2. Alsdann wird das Druckölgefäß B, nach aufgewundenem Dochthalter, herausgehoben und in dem Behälter A vorläufig etwas Oel gegossen, welches in das Fallrohr E hinabfließt, und dieses bald anfüllt, wenn alles luftdicht gemacht ist.

3. Hierauf füllt man das Druckölgefäß und setzt es umgekehrt in seinen Behälter, da sich dann das Ventil öffnet, indem es auf den ihm entgegengesetzten Stachel trifft. Sobald nach 2. das Fallrohr E sich gefüllt hat, steigt das Brennöl aus seinem Behälter D in das Steigrohr und in den Dochtbehälter hinauf und bleibt darin, auch während des Abbrennens, in gleicher Höhe stehen.

4. Ist das Brennöl verzehrt, da dann auch das Drucköl in den Luftbehälter C hinabgeflossen ist, so zieht man den Pfropf des Luftbehälters unten im Fuße heraus, indem man ein Gefäß unterstellt, und läßt das Oel herauslaufen, welches dann bey der folgenden Füllung wieder als Drucköl gebraucht wird. Der Pfropf

des Luftbehälters ist von außen durch eine Klappe verdeckt

Die Vorzüge dieser Lampe vor andern ähnlichen Lampen sind nach Herrn Vieht folgende:

1. helles, weißes Licht, die Folge des röhrenförmigen Dochtapparats hat sie mit andern Lampen, welche diese Dochtform und Luftform haben, gemein. Man kann auch in diesem Dochtbehälter den bandförmigen Docht brauchen, dem man etwa den halben Umfang des Kanals zur Breite giebt, und der darin halbcylindrisch mit oder ohne Glascylinder brennt.

2. Ein Hauptvorzug aber, der ihr eigenthümlich seyn dürfte, ist die Vermeidung alles Schattens. Rings umher im Zimmer und auf dem Tische verbreitet sie eine gleichförmige Erleuchtung, welche dem Auge wohl thut, dagegen bey den gemeinen Lampen das Licht dazu dient, die Finsterniß sichtbar zu machen.

3. Der Schirm, welcher aus einer mit weißem Papier überzogenen Carcasse von acht oder zwölf Stäben besteht, kann so groß gemacht werden, als man ihn verlangt.

4. Das Oel bleibt während des Verbrennens immer in gleicher Höhe am Dochte. Die Flamme kann weder durch zu starken Einfluß, wie bey den Pumplampen, erstickt, noch durch Mangel an Zufluß geschwächt werden.

5. Die Lampe ist reinlich. Die Füllung der beyden Oelbehälter und die Ausleerung des Luftbehälters erfordern nicht mehr Vorsicht, als die Behandlung jeder andern Lampe. Das beym Brennen am Dochtkanal abfließende braune Oel fließt von selbst in den Behälter des Druckölgefäßes ab.

6. Die Lampe hat einen sichern und festen Stand, und dabey kann das Aeußere eine angenehme Gestalt erhalten.

7. Auch ist sie leicht zu repariren, wenn sie etwa schadhaft wird.

Uebrigens wird jeder sehr leicht einsehen, daß die Einrichtung dieser Lampe ganz auf den Gründen des sogenannten Heronsbrunnens beruht.

Was die Theorie der Lampen und der künstlichen Lichter betrifft, so ist diese erst durch die genauere Untersuchung der aus den brennbaren Körpern entwickelten brennbaren Gasarten bestimmter und genauer begründet worden. M. s. den Artikel, Flamme. Nach Henry *) entbinden die Materien, deren man sich in der Regel als Quellen künstlichen Lichtes bedient, nämlich Oel, Talg und Wachs, in erhöheter Temperatur eine Menge ölerzeugendes Gas. Er bemerkt, daß schon andere mit Recht angeführt hätten, der von der Flamme umgebene Docht einer Lampe oder eines Lichtes, befinde sich in einem ganz ähnlichen Zustande mit einem Körper, welcher der zerstörenden Destillation in einem verschlossenen Gefäße unterworfen sey. Die Reihe von Haarröhrchen, aus welchen der Docht bestehe, wirke hier vielleicht gerade so, als eine in der Ofengluth horizontal liegende Röhre, durch welche entzündliche Flüssigkeiten durchgetrieben werden. Die verbrennliche Materie schmelze, werde dann in diese glühend heißen Haarröhrchen heraufgezogen und in ihnen in ölerzeugendes Gas und Kohlenwasserstoffgas zerlegt. Von dem Verbrennen dieser Gasarten, und nicht bloß von dem Verbrennen condensibler Dämpfe, scheine ihm die Erleuchtung hauptsächlich abzuhängen. Es sey daher nicht unwahrscheinlich, daß die Menge vom ölerzeugenden Gas und Kohlenwasserstoffgas, welche man durch zerstörende Destillation eines Körpers erhalte, so ziemlich ein Maaß für das Vermögen desselben, im Verbrennen Licht zu entwickeln, abgeben könnten. Auch führt noch Gilbert an, daß sehr wahrscheinlich der Kohlenstoff, den das ölerzeugende Gas beym Verbrennen absetze, wahrschein-

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XXII. S. 72 f.

lich in der Lichtflamme mit verbrenne, und auf ihre Farbe Einfluß habe.

Dem Grafen v. Rumford *) ist es sehr wahrscheinlich, daß das Licht eine Vibration einer ätherischen Flüssigkeit sey, und nach dieser Idee würde man die Ursache des Lichtes, welches die Flamme eines brennenden Körpers ringsherum verbreitet, bloß darin zu suchen seyn, daß die Theilchen dieser ätherischen Materie, welche diese Flamme ausmachen, in ihrer Temperatur erhöht werden. Es müßten daher diese Theilchen durch eben die Ursache leuchtend werden, welche eine Kugel leuchtend macht, die bis zum Rothglühen erhitzt ist. Dieserwegen war er auch der Meinung, daß die so außerordentliche Wirkung seiner erfundenen Lampen auf der großen Hitze beruhe, in welche die Flamme in ihnen versetzt werde, und glaubte darin ein Mittel entdeckt zu haben, die Intensität des Lichtes einer Lampe fast ohne Grenze zu vermehren.

Hum. Davy *) hat wirklich gezeigt, daß die große Wirksamkeit einer Lichtlampe vorzüglich auf der mächtigen Hitze beruhe, in welche die Flamme zersetzt wird; er hat aber auch nachgewiesen, daß die Hitze einer Flamme gewisse Grenzen nicht übersteigen könne. Nach ihm ist es vorzüglich die Menge festen Kohlenstoffs, welche sich im Innern des elastischen Oeldampfs absondert, und darin glüht und verbrennt, was den hohen Glanz und die außerordentliche Lichtstärke gewisser Oelflammen bewirkt. M. s. den Artikel Flamme. Th. IX. S. 119 f.

Lampen ohne Flamme (N. A.). Man wickele um ein rundes Stäbchen einen ungefähr $\frac{1}{100}$ Zoll dicken Platindraht, und bringe in diesen einen hohlen Cylinder bildenden Draht einen gewöhnlichen Docht von baumwollenen Garn so hinein, daß die Fäden desselben

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XLVI. S. 228 f.

*) Ebendas. B. LVI. S. 237.

so parallel als möglich neben und über einander liegen bleiben, und daß der Docht ungefähr von 9 Windungen des Platindrahts umschlossen wird, 6 solche Windungen aber über den Docht hervorragen; hiernächst stecke man den so umwickelten Docht in eine gewöhnliche Spirituslampe, brenne ihn an, und lösche die Flamme, wenn der hervorragende Draht roth glüht, aus: so wird der Draht auf diese Art unausgesetzt fortglühen, so lange die Verdunstung des Alkohols fortdauert, und nicht allein bey Nacht ziemlich stark fortleuchten, sondern man wird auch leicht entzündliche Körper, z. B. Feuerschwamm daran anzünden können. Eine auf diese Art zubereitete Vorrichtung hat den Namen einer Lampe ohne Flamme erhalten. Die Windungen des Platindrahts müssen so weit seyn, daß der Docht gerade hineinpaßt. Ein Lämpchen von 12 Windungen und einem gewöhnlichen baummollenen Dochte bedurfte, um 8 Stunden zu brennen, $\frac{1}{2}$ Unze Alkohol, welcher verzehrt wurde.

Humphry Davy hatte in seinen neuen Untersuchungen über die Flamme die wichtige Bemerkung gemacht, daß gasförmige Mengungen unter gewissen Umständen ohne sichtbare Flamme verbrennen. Er hatte nämlich einen feinen Platindraht über der Flamme einer kleinen Sicherungslampe mit Drahtgewebe befestigt. Diese Lampe brachte er in eine brennbare Mengung, in welcher Steinkohlengas sich befand. Als sich nun das Gas im Innern der Laterne entzündet hatte, trieb er aufs neue brennbares Gas hinein, und die Flamme dauerte nach dem Hineintreiben des Gases noch 2 bis 3 Sekunden lang fort, und nachdem sie erlöscht war, blieb der Theil des Platindrahts, welcher am stärksten erhitzt worden war, noch mehrere Minuten lang rothglühend. Daß wirklich keine Flamme in der Laterne war, davon überzeugte er sich zum Ueberflusse noch an einem ganz dunkeln Orte, wohin er die Laterne trug. Hier zeigte es sich also, daß Sauerstoffgas und brenn-

bares Gas sich in Berührung mit dem heißen Drahte ohne Flamme vereinigen, und dabey so viel Wärme entbinden, daß sie den Draht glühend erhalten, und zugleich ihr eigenes Verbrennen unterhalten. Dieselben Erscheinungen nahm er bey mehreren verbrennlichen Dämpfen wahr. Er stellte Versuche mit Aetherdampf, mit Alkoholdampf, mit Terpentinöldampf und mit Naphthadampf an. Brachte er etwas Aether in ein kaltes, oder etwas Alkohol in ein warmes Glas, erhitzte einen spiralförmig gewundenen Platindraht von $\frac{1}{50}$ oder $\frac{1}{70}$ Zoll Dicke an einer Lichtflamme, und tauchte diesen Draht in das Glas, so ward er mit einem starken Glanze glühend, in einigen Stellen des Glases fast weißglühend, und blieb es so lange, als noch hinreider Dampf und Luft im Glase war. Stellte er diesen Versuch mit dem langsam verbrennenden Aetherdampfe im Dunkeln an, so zeigte sich über dem Drahte ein bloßes phosphorescirendes Licht, welches besonders sehr deutlich zu sehen war, wenn der Draht zu glühen aufhörte, wobey zugleich ein in Dampfform den Augen nachtheiliges Verbrennungs-Erzeugniß entstand.

Diese merkwürdigen Erscheinungen über das Glühendwerden von Wärme schlecht leitendem Metalle (besonders Platindraht), durch unsichtbares Verbrennen von Dämpfen, welchen schon einige Jahre vor Davy's Untersuchungen v. Grotthuß sehr nahe war, und welche wiederholt und abgeändert von mehreren Chemikern und Physikern vollkommen bestätigt wurden, gaben zu der beschriebenen Lampe ohne Flamme die Veranlassung. Sie wird gewöhnlich Ellis Lampe ohne Flamme genannt, weil sie Ellis zuerst als Nachtlampe gebraucht haben soll.

Ohne Zweifel würde diese sehr einfache Lampe zu einem Nachtfeuerzeuge allgemeiner in Gebrauch gekommen seyn, wenn nicht dabey der ekele Fuselgeruch sich erzeugte, der durch den verdunstenden Alkohol das ganze Schlafzimmer erfüllt.

Uebrigens giebt D. Clarke als zuverlässig an, daß man durch diese Vorrichtung den Platindraht mit einer solchen Lichtstärke glühend machen könne, daß er einen so starken Glanz als in Sauerstoffgas verbrennende Körper um sich verbreite. Zu dieser Absicht müsse man die Windungen eines Platindrahts, der nicht dicker als von $\frac{1}{100}$ Zoll seyn dürfe, genau $\frac{3}{20}$ Zoll weit machen, ihrer $9\frac{1}{2}$ um den Docht und 6 über denselben bringen, letztere einander so nahe als möglich machen, ohne daß sie sich berühren, besonders die obersten, und einen kleinen lose in den Draht-Cylinder befindlichen Docht nehmen, dessen Fäden alle möglichst lothrecht seyn. Eine auf diese Art eingerichtete Lampe soll einen dunkeln Durchgang erhellt, die kleinste Schrift in der Nacht lesbar gemacht, und die dabey entstandene Hitze endlich den Alkohol selbst entzündet haben.

Lampe, Sicherheitslampe (N. A.) ist eine Lampe, deren Flamme von einem sehr feinmaschigen Drathgewebe umgeben ist, welche durch dasselbe geschützt in Gasgemischen, in welchen sie unter gewöhnlichen Umständen Explosionen hervorbringen würde, ruhig fortbrennt, ohne Explosionen zu bewirken. Diese Lampe ist eine Erfindung des Hump. Davy, und zwar die neueste und vorzüglichste, welche die Bergleute in den Steinkohlenbergwerken gebrauchen, um den furchtbaren und zerstörenden Explosionen, welche in den Steinkohlengruben durchs Entzünden des leichten Wasserstoffgases, das sich in selbigen entbindet, entstehen würden, zu entgehen. Humphry Davy hatte schon früher mehrere andere Sicherungslampen in Vorschlag gebracht, welche aber kein hinreichendes Genüge leisteten. Erst durch eine Reihe langer und mühsamer Untersuchungen über die Eigenschaften der schlagenden Wetter, und über die Natur und Mittheilung der Flamme gelang es ihm, eine vollkommne Sicherungslampe für Bergleute anzugeben. Er fand 1. daß die Explosionen brennbarer Gasarten durch lange und enge Metallröhren nicht hindurch-

zugehen vermögen, und 2. daß dieses Sicherungs-Princip unverändert gültig bleibt, wenn man die Länge und den Durchmesser der Röhren nach einerley Verhältniß verkleinert, dagegen aber die Menge derselben in eben dem Verhältnisse vermehrt, so daß eine große Menge kleiner Oeffnungen, deren Tiefen ihren Durchmessern gleich sind, die Explosionen nicht durch sich hindurchlassen. Hiernach gab er seiner Sicherungslampe folgende Gestalt: In einem Cylinder, welcher aus einem feinmaschigen Drahtgewebe gemacht worden, befindet sich die brennende Lampe, gerade so, wie in einer gewöhnlichen Laterne. Die Oeffnungen im Drahtgewebe müssen nicht größer als $\frac{1}{20}$ Zoll ins Gevierte seyn. Weil die schlagenden Wetter von glühendem Drahte nicht entzündet werden, so hat die Dicke des Drahts keinen wesentlichen Einfluß; jedoch eignet sich Draht von $\frac{1}{40}$ bis $\frac{1}{60}$ Zoll Durchmesser zu dem für die Sicherungslampen bestimmten Drahtgewebe am besten. Eisendraht ist Messingdraht vorzuziehen, indem ersterer bey gehöriger Stärke weder schmelzen noch brennen kann, und der schwarze Ruß, womit er sich sogleich überzieht, ihn gegen die Einwirkung der Luft schützt.

Das Drahtgehäuse oder der Cylinder muß mit doppelten Falzen gemacht seyn, damit das Drahtgewebe nirgends von einander stehe und Zwischenräume lasse. Hat es die Gestalt eines Cylinders, so darf dieser nur 3 Zoll weit seyn, weil bey einer größern Weite der oberste Theil zu heiß wird. Ueberhaupt ist es rathsam, über den obersten Theil noch ein zweytes cylindrisches Stück zu befestigen, so daß sich dessen Decke $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Zoll über der Decke des erstern befinde. Eine Schraube von 4 bis 5 Umgängen, an welche das Drahtgewebe durch einen dichten Ring festgehalten wird, ist eine sicherere Art, den Drahtcylinder auf der Lampe anzubringen, als wenn man ihn auf einen deckelartigen Ring befestigt, da dieser sich leicht biegen und dadurch eine offene Stelle hervorbringen kann. Die Löthungen an der

Lampe müssen alle mit hartem Lothe gemacht seyn, und man muß genau untersuchen, ob auch nicht irgendwo ein Zwischenraum, größer als die Oeffnungen des Drahtgewebes offen geblieben ist; denn davon hängt die Sicherheit des Apparats ab.

Wenn man eine Sicherungslampe mit feinem Drahtgewebe ansteckt, und sie in eine Atmosphäre bringt, die allmählig immer stärker mit schlagenden Wettern gemengt ist, so äußert sich in ihr die erste Wirkung der schlagenden Wetter dadurch, daß die Flamme sich verlängert und vergrößert. Steigt das brennbare Gas bis auf $\frac{1}{12}$ des Raums der Luft, so erfüllt sich der ganze Drahtcylinder mit einer blauen schwachen Flamme, innerhalb welcher man die Flamme des Dochts hell und blendend fortbrennen sieht. Und so dauert das Licht des Dochts fort, bis die schlagenden Wetter so stark angewachsen sind, daß sie $\frac{1}{9}$ oder $\frac{1}{5}$ des Raums der Luft einnehmen; dann aber verliert sich die Flamme des Dochts in der Flamme der schlagenden Wetter, welche in diesem Fall den Cylinder mit sehr starkem Lichte erfüllt. Die Lampe giebt Licht, so lange als die Gasmengung, welche mit ihr in Berührung ist, explosiv bleibt, und verlöscht erst alsdann, wenn die schlagenden Wetter $\frac{1}{3}$ des Raums der die Lampe umgebenden Atmosphäre einnehmen. Dann ist die Luft auch zum Athmen untauglich.

Daß übrigens die Drahtgewebe wirklich gegen Explosionen sichern, davon muß man sich durch eine Probe überzeugen, bevor man sie braucht. Zu dem Ende taucht man die von ihnen umgebene Sicherungslampe in eine Flasche oder in ein Faß, welche eine explosive Mischung von schlagenden Wettern enthalten.

Wenn etwa die Lampe verlöschen sollte, so hatte Davy den sinnreichen Einfall, um die arbeitenden Leute in diesem Falle nicht in die vollkommenste Dunkelheit zu versetzen, einen spiralförmig gewundenen Platindraht in seiner Lampe anzubringen, welcher, wie be-

kannt, rothglühend die Eigenschaft besitzt, das langsame Verbrennen brennbarer Gasarten bey einer weit geringern Menge atmosphärischer Luft zu unterhalten, als nöthig ist, um den Docht im Brennen zu erhalten. Dieser Platindraht verbreitet Licht genug, um den Arbeiter an eine andere Stelle zu bringen, wo die Atmosphäre mehr Sauerstoff enthält, und sich der Docht gleich wieder von selbst entzündet.

Herr Chevremont in Mons *) hat in dieser sinnreichen Sicherungslampe des Herrn Davy wesentliche Verbesserungen angebracht. Der erste Fehler, welchen er an der Lampe fand, war der Cylinder, aus dem feinmaschigen Gewebe von Eisendraht; denn die Spitze der Flamme, welche den obern Theil des Cylinders sehr bedeutend erhitzt, verdirbt ihn in dem Grade, daß er bald durchlöchert ist. Es hatte zwar schon Davy dieses Nachtheiles wegen vorgeschlagen, über dem obern Theil des Cylinders noch einen kleinern zweyten vom Metallgewebe so zu überstülpen, daß dieser zweyte vom erstern etwas abstehe. Allein diese Verbesserung, bemerkt Chevremont, schützt nicht vollkommen; denn, wenn im obern Theile des Cylinders ein Loch entstehe, und zufällig der überstülpte kleinere nicht mehr vollkommen cylindrisch sey; so würde der letztere nicht überall gleich anliegen und daher Oeffnungen entstehen, welche mehr als $\frac{1}{20}$ Zoll im Quadrat hätten, und daher Entzündungen mit allen ihren Folgen eintreten. Daher hat Chevremont diese Lampe dahin abgeändert, daß zwar der eigentliche Cylinder ein Gewebe von Metalldraht bleibt, aber der überstülpende kleinere Cylinder bloß aus einem Stück geschlagenen Kupfers besteht, welches mit vielen Löchern durchbohrt ist, die denselben

*) Annales generales de sciences physiques p. Msrs *Berry de S. Vincent*, *Drapiez* et *Van-Mons*. Bruxel. 1819. T. I. p. 7–13. u. T. III. p. 137–142. im Auszuge übersetzt in Schweigger's Journal für Chemie und Physik. B. XXIX. S. 36 ff.

Durchmesser haben, wie die Maschen des Drahtgewebes. Dieß Kupferstück wird über den obern Theil des Cylinders gesteckt und durch starken Eisendraht an den untern Theil desselben befestigt.

Den zweyten Fehler an Davy's Lampen findet Chevremont in der Art, dieselben mit Oel zu füllen. Dieß geschieht nämlich durch ein kleines Rohr, das am obern Theile des Oelbehälters angebracht ist, und mit einem Pfropf verschlossen wird. So kann aber die Füllung mit Oel an keinem gefährlichen Orte der Arbeiter geschehen, wofern man sich nicht der größten Gefahr der Explosion aussetzen wollte. Um nun dieß zu verhindern, verlängert Chevremont die Röhre bis zum Boden des Oelgefäßes, und läßt ihn von da bis zur Hälfte der Höhe desselben wieder aufwärts steigen. Sie bildet daher gleichsam einen Heber, und es ist klar, daß, wenn das Oel im Behälter ganz verzehrt ist, sich dennoch etwas hiervon in der gekrümmten Röhre befinden muß, und daß folglich selbst an den gefährlichsten Stellen das Füllen der Lampe ohne zu befürchtende Explosion Statt finden kann.

Um die Wirkung des zu sparsamen Lichtes, worüber die Arbeiter bey der Davy'schen Lampe klagen, zu vermehren, hat man in England Glaslinsen vorgeschlagen, welche auf der einen Seite eben, auf der andern convex sind. Chevremont hält diese für zu theuer, und zieht, auf Erfahrung gestützt, den paraboliſchen Reflector von Weißblech vor, welchen Gossart angegeben hat.

Außerdem befestigt Chevremont den Platindraht, welcher beym Verlöschen der Lampe bloß dazu dient, um im glühenden Zustande den Arbeiter an einen wenig gefährlichen Ort zu führen, nicht, wie in England, bloß an den obern Theil des Cylinders, sondern auf folgende Art: Es werden zwey Ringe von Eisendraht an den beyden Enden eines starken Eisendrahts angebracht, welcher um etwas kleiner ist, als der Cylinder

der Lampe. Der Durchmesser dieser Ringe ist etwas kleiner, als der des Cylinders, damit sie bequem ein- und ausgebracht werden können. In dem einen dieser beyden Ringe kreuzen sich zwey eiserne Drähte. Im Mittelpunkte dieses Ringes, wo sich die beyden Drähte berühren, befestigt man die Platindrähte. Vermittelst dieser Vorrichtung lassen sich die Platindrähte herausnehmen, wenn der Cylinder von einem durch eine Bürste rein gemacht werden soll. Herr Chevremont braucht 7 bis 8 Platindrähte, welche er spiralförmig mit einander dreht, indem ein Platindraht nicht genug Licht verbreitet, wenn die Lampe verlöscht.

Uebrigens warnt Chevremont vorzüglich gegen Eisendraht, welchen man zur Construction dieser Lampen nicht gebrauchen soll. Er hatte wahrgenommen, daß schon nach einigen Wochen der obere Theil des Cylinders so mürb geworden war, daß man durch einen leichten Druck mit dem Finger Löcher hineinbringen konnte, obschon die Lampen äußerlich noch keine Unvollkommenheit zu haben schienen. Außerdem können sich auch die Markscheider bey ihren Arbeiten mit dem Compaß keiner Lampe bedienen, deren Cylinder aus Eisendraht besteht. Bey diesen muß das Drahtgewebe von Kupfer oder noch besser von Silber seyn. Da diese sehr genau sehen müssen, um die kleinen Abtheilungen auf dem Compaß gehörig zu erkennen, so schlägt Chevremont bey diesen von außen auf der einen Seite einen paraboliſchen Reflector von Weißblech, und auf der entgegengesetzten Seite eine Linse von Krystall vor.

Auch hält Chevremont bey den Davy'schen Lampen alle Cylinder von Messingdraht gefährlich, weil das Messing schmelzbarer als Kupfer ist, und mithin solche Gewebe leicht schadhaft werden können.

Sonst können diese Lampen, außer den Steinkohlenbergwerken, gegen noch andere Gefahren schützen. Dieß ist z. B. der Fall bey Aether- und Alkoholdämpfen, bey großen Branntweinbrennereyen, und in den

Werkstätten, wo man im Großen Weingeist, die verschiedenen Aetherarten, Wohlgerüche in geistigen Vehikeln bereitet, oder in großen Mengen aufbewahrt.

Herr Davy hatte den Grund, daß die bösen Wetter in den Steinkohlenbergwerken durch ein feines Drahtgewebe mittelst einer Flamme sich nicht entzünden, in einer abkühlenden Eigenschaft der Metalle gesetzt, wie bereits unter dem Artikel: Flamme (Th. IX. S. 113 ff.), angeführt ist. Auch ist daselbst angezeigt, daß die Herren John Murray und v. Grotthuß diesem Erkältungsprincip widersprochen haben. Auch Herr Schweigger α) betrachtet Davy's Flammensieb bey seiner Sicherheitslampe als eine sehr glückliche Anwendung der vom Herrn v. Grotthuß entdeckten Principien, daß nämlich Knallgas im ausgedehnten Zustande nur langsam abbrenne, ohne zu explodiren, selbst wenn diese Ausdehnung durch Wärme bewirkt werde; ob er auch nicht leugne, daß jenes Flammensieb abkühlend ebenfalls wirke. Denn wenn die Flamme glühender Rauch sey, so verstehe es sich von selbst, daß dieser glühende Rauch durch ein Drahtsieb nicht eher glühend durchgehen könne, bis dieses Drahtsieb selbst glühend sey. Zu übersehen sey es natürlich auch nicht, daß sich Kohlensäure in dem Drahtsiebe anhäufe, wodurch die explosive Kraft selbst der reinsten Knallluft (welche doch in Bergwerken nie vorhanden) überaus geschwächt werde. Aber dessen ungeachtet werde doch ein solches Drahtsieb wenig wirken, wenn es im weiten Umkreise diese Flamme umgebe, und nicht von dieser selbst so erhitzt werde, um die ganze, das Sieb umgebende Luft mit zu erhitzen, so daß keine andere, als durch Wärme verdünnte (also nach v. Grotthuß ihrer explosiven Kraft beraubte) Knallluft zur Flamme gelangen könne. Dieß läßt sich nach Herrn Schweigger β) sehr leicht dadurch

α) Journal für Chemie und Physik. B. X. Neu. Fol. S. 1 u. f.
β) Ebendas. B. XV. S. 372.

bewirken, daß der Luftstrom, welcher zur Ernährung der Flamme herbeyströmt, nicht anders beykommen kann, als durch ein oberhalb des Zugrohrs der Lampe hinlaufendes Rohr, das durch die Flamme selbst beträchtlich erhitzt wird, und eine bedeutende Ausdehnung der zuströmenden Luft veranlaßt, wodurch diese in einem so verdünnten Zustande zur Flamme gelangt, daß sie unfähig ist zu explodiren, und dieß wird sie bald seyn, wenn sie nur so weit ausgedehnt ist, als sie auf der Erdoberfläche bey etwa 26″ Barometerhöhe seyn würde. Zuletzt bemerkt Herr **Schweigger** noch, daß die Anstellung dieses Versuches über die Richtigkeit des v. **Grotthuß**'schen Versuches entscheiden würde.

M. s. **Gilbert's** Annalen der Physik B. LVI. S. 116 ff. 226 ff.

Lampe, Thermolampe (N. A.) besteht im Allgemeinen in einem Ofen, worin bey Kohlen- oder Torffeuer, Holz in einem eingeschlossenen Raume verkohlt wird, wobey zugleich die beym Verkohlen des Holzes sich entwickelnden flüchtigen Produkte besonders aufgefangen, und zu nutzbarem Gebrauche verwendet werden. In Deutschland wurde diese Vorrichtung zuerst von Frankreich aus bekannt, wo dieselbe der Ingenieur für Straßen- und Brückenbau Herr **Lebon**, welcher im Jahre 1801. ein Patent auf sie erhielt, zur Beleuchtung eines Hauses und eines Gartens mittelst des brennbaren Gases, welches sich bey der Verkohlung des Holzes entwickelte, und besonders aufgefangen wurde, gebrauchte. Man hält daher auch Herrn **Lebon** für den Erfinder der **Thermolampe**. Allein **Will. Henry** *) in Manchester erzählt, daß Herr **Murdoch** bereits im Jahre 1792. zu **Redruth** in **Cornwallis** eine Reihe von Versuchen über die Menge und Arten von Gas, welche aus verschiedenen Substanzen zu erhalten sind, begonnen habe. Bey diesen Versuchen habe er

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XXII. S. 51 ff.

wahrgenommen, daß das Gas, welches beym Destilliren von Steinkohlen, Torf, Holz und andern brennbaren Körpern entweicht, mit lebhaftem Glanze brenne, wenn es angesteckt werde, und sey dabey auf den Gedanken gekommen, ob es sich nicht, wenn es in Röhren eingeschlossen und fortgeleitet würde, als ein ökonomisches Substitut für Lampen und Lichter sollte gebrauchen lassen. Um sich darüber zu belehren, destillirte er Steinkohlen in einer eisernen Retorte, und leitete das Gas in Röhren aus verzinntem Eisen- oder Kupfer-Blech, 70 Fuß weit. Hier und an mehreren Stellen, näher bey der Retorte, waren in den Röhren Oeffnungen von verschiedener Größe und Gestalt angebracht, aus welchen das Gas ausströmte. Wurde dasselbe angesteckt, so entstanden lange feurige Strahlen. Mit diesem Gase füllte er Blasen, Schläuche aus Leder und andere Gefäße, und ging damit vom Zimmer in Zimmer, um sich davon zu überzeugen, in wie fern es die Stelle eines beweglichen und tragbaren Lichtes möchte vertreten können. Nach der Zeit richtete er auch einen eigenen Apparat ein, um damit ein Gebäude zu erleuchten.

Lebon's *) Thermolampe bestand aus zwey in einander befindlichen Cylindern von Eisenblech. In dem innern Cylinder, welcher mit gehörigen Luftzügen versehen war, wurde mit Torf oder Kohlen geheißt. Der Zwischenraum zwischen ihm und dem Aeußern, rings umher luftdicht schließenden Cylinder, ward mit dem zu verkohlenden Holze gefüllt. Eine Röhre leitete die elastischen Flüssigkeiten, welche beym Verkohlen entweichen, durch ein Kühlfaß mit einer Schlange, um das brenzliche Wasser, die brenzliche Holzsäure und das brenzliche Oel zu condensiren, und von den Gasarten zu trennen. Ueberdieß wurden diese Gasarten gewaschen, um sie möglichst von allen brenzlichen übelriechenden Theilen zu befreyen, zu welchem Ende Lebon sie durch

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. X. S. 491 ff.

ein Faß voll Waſſer ſteigen ließ, wo ſie durch ein Bret mit vielen kleinen Löchern hindurch gehen mußten. Dieß gewaſchene Gas ward dann durch ſehr dünne Röhren, welche im Getäfel, in der Decke und im Boden verſteckt waren, an die Orte hingeleitet, wo es nach Oeffnung eines Hahns angezündet, und dadurch zum Wärmen und Beleuchten der Zimmer gebraucht wurde. In Frankreich wurde die Thermolampe eine geraume Zeit nicht beachtet. In Deutſchland hingegen ſuchte man dieſe Erfindung auf mannigfaltige Art zum nutzbaren Gebrauche einzurichten, und unter mehreren Verſuchen dieſer Art zeichnet ſich beſonders die in der Kattunfabrik des Barons von Fries zu Kettenhof eingerichtete Thermolampe vom Dr. de Carro in Wien aus *). Die ökonomiſchen Vortheile, welche die Fabrik von dieſer Einrichtung hatte, waren folgende:

1. heizte der Ofen, in welchem ſich die übrigen Vorrichtungen befanden, einen großen und hohen Saal, welcher zum Trocknen des Kattuns und der Baumwolle beſtimmt war, die von der Decke herabhingen. Dieſer Ofen verlangte nicht mehr Brennmaterial, als der vorige, an deſſen Stelle er geſetzt war, und hitzte zugleich die eiſernen Kolben, in welchen das Holz verkohlt und deſtillirt wurde.

2. Gewann man als Produkte dieſer Deſtillation; Holzſäure, welche auf eſſigſaures Eiſen benutzt wurde, deſſen man ſich zum Färben bediente, von Schwarz, Braun und allen dunkeln Farben. Die Fabrik hatte bisher zu dieſer Abſicht über 500 Eimer Weineſſig, jeden mit 8 Fl., verbraucht; Oel, welches von den Arbeitern in Lampen verbrannt und von den Lederbereitern ſehr geſucht ward; Theer, den man den Centner mit 5 Fl. bezahlte; Kohle im Kolben von vorzüglicher Güte.

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXII. S. 79 ff.

Ueber den ökonomischen und technischen Werth der Thermolampen hat besonders der Herr Dr. Kretschmar in Sandersleben lesenswürdige Resultate zusammengestellt *). Es sollen nach ihm 24 Pfund Holz nur 4 bis 6 Pfund völlig verkohlte Kohle geben. Ungeachtet das Holz in Meilern nie gahr verkohlt wird, so gehen daher doch wenigstens $\frac{2}{3}$ des Holzes, indem es in Kohle verwandelt wird, ungenutzt verloren. Durch Einführung der Thermolampe aber könne dieses gehörig genutzt werden, und mithin gar kein Verlust statt finden. Handwerker, welche zu ihrem Geschäfte Kohlen nöthig hätten, könnten sich solche viel wohlfeiler verschaffen, wenn sie ihre Stubenöfen in Verkohlungsöfen verwandelten. Nach Herrn Kretschmar's Erfahrung besitzen die Dämpfe und Gasarten, welche beym Verkohlen des Holzes sich entwickeln, hinreichende Brennbarkeit zum Hitzen, so daß sie in vielen Fällen die Stelle des Holzes ersetzen. Auch fand er sie zum Erleuchten statt anderer Lichter zwar brauchbar, aber mit weniger Sicherheit und mehreren Einschränkungen. So hat Herr Kretschmar durch mancherley Vorrichtungen am Verkohlungsgefäße es dahin gebracht, daß er mit dem Flammenfeuer der entwichenen Dämpfe zum Theil anstoßende Zimmer geheitzt, zum Theil auch dasselbe zum Kochen und Braten benutzt hat. Besonders bemerkt er, daß bey chemischen Arbeiten, wo eine regelmäßige Besorgung des Feuers Statt haben muß, ein Verkohlungsofen vorzüglich brauchbar werde. Die Flamme der Verkohlungsdämpfe lasse sich durch das Stellen des Hahns augenblicklich verkleinern und wieder vergrößern, und habe auch vor der Heitzung mit Wasserdämpfen in diesen Fällen, z. B. in Färbereyen, Zuckersiedereyen u. s. w. Vorzüge.

*) Der häusliche und technische Werth der Verkohlungsöfen, ausführlich dargestellt, nebst der Beschreibung zweckmäßiger Einrichtungen, von Friedr. Kretschmar, Med. Dr. mit 13. Kupfert. Leipzig 1805. 8.

Uebrigens führt er noch an, wie die übrigen Verbrennungsprodukte, als Holzessig, Theer, die Menge von brennbarem Gas, welche besonders gewonnen werden, in der Haushaltung und in der Technologie benutzt werden können.

Nach der Zeit sind noch einige Thermolampen im Großen in Deutschland angelegt worden. So führte im Jahre 1808. der Herr Werner in Leipzig eine vollkommene Thermolampe in der Tuchmanufaktur der H. H. Harrer zu Züllichau auf *), welche nicht allein die Arbeitssäle heißte, sondern auch zugleich dieselben vollkommen mit Gaslichtern erleuchtete. Uebrigens verzehrte die Flamme selbst das Gas vollkommen und so rein, daß sie nicht den geringsten Geruch gab.

Zu dieser Zeit fing man nun auch an in Frankreich und in England Thermolampen im Großen zu errichten. Die Herren Mollerat und Gebrüder **) hatten im Jahre 1808 dem Institute angezeigt, daß sie zu Pellerey bey Nuits im Departement der Cote-d'or einen Thermolampen-Ofen angelegt hätten, der besonders zum Verkohlen des Holzes in verschlossenen Gefäßen im Großen bestimmt wäre. Nach ihrer Anzeige erhalten sie zweymal so viel Kohlen, als bey dem gewöhnlichen Verfahren, und zwar von der besten Qualität. Die übrigen Produkte, welche bey diesem Verkohlungsprozesse besonders noch gewonnen wurden, waren 1. Theer, einfacher und präparirter; 2. Essig, von verschiedenen Sorten; 3. kohlensaures Natron, krystallisirt; 4. essigsaure Thonerde, essigsaures Kupfer, essigsaures Natron und essigsaurer Baryt; 5. salzsaure Thonerde; 6. Zinkoxyd und kohlensaurer Zink. Die Herren Fourcroy, Berthollet und Vauquelin urtheilen nach bloßen Ueberschlägen und Wahrscheinlichkeiten, daß wohl die Fabrikanlage der

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XXX. S. 404.

**) Ebendas. S. 393 ff.

Herren Mollerat glücken werde, wenn sie mit Klugheit verwaltet wird.

So groß aber auch anfänglich die Erwartung war, die Thermolampenöfen besonders zum vortheilhaften Heitzen der Zimmer zu gebrauchen, und vielleicht zur Beleuchtung derselben zu benutzen, so hat doch die Erfahrung gelehrt, daß sie in dieser Hinsicht bald außer Gebrauch gekommen sind. Unsere gut eingerichteten Oefen besitzen auch schon die Eigenschaften, daß die sich beym Verbrennen der Brennmaterialien entwickelnden elastischen Flüssigkeiten zugleich mit verbrennen, ehe sie aus ihnen entweichen, und gehen mithin nicht ungenutzt verloren. Indessen kann aber doch die Thermolampe allerdings sehr vortheilhaft gebraucht werden im Großen, zur Erleuchtung großer Säle und Zimmer, zur Bildung von Essigsäure zum Fabrikgebrauche, und bey manchen chemischen Operationen, bey welchen die Feuerung regelmäßig besorgt werden muß, u. dergl.

Laugensalze (Zus. zu S. 230. Thl. III.). Zu den im Artikel angeführten Alkalien sind von den neuern Chemikern noch folgende gezählt worden: 4. das **Lython**, 5. der **Kalk**, 6. der **Baryt**, 7 der **Strontian**, 8. das **Morphium** und 9. das **Strychnin**. Was den Kalk, den Baryt, und den Strontian betrifft, so hielt man diese sonst für einfache Erden, wovon die Artikel: **Kalkerde**, **Schwererde** und **Strontianerde** handeln, und daselbst nach zu sehen sind. Eben so wird auch von dem **Lython**, dem **Morphium** und dem **Strychnin** unter eigenen Artikeln gehandelt werden.

Das **Kali**, oder **Gewächslaugensalz**, **Kaliumoxyd**, **Aetzkali** u. s. Man war sonst der Meinung, daß das Kali bloß dem Gewächsreiche zugehöre, daher es auch den Namen Gewächslaugensalz, vegetabilisches Laugensalz erhielt; allein man findet es in allen drey Reichen der Natur. Es findet sich in

mehreren thierischen Flüssigkeiten, und Klaproth entdeckte es im Mineralreiche, welches von andern Chemikern vollkommen bestätigt wurde. Indessen hat es seine Richtigkeit, daß es in vorzüglicher Menge im Pflanzenreiche gefunden, und auch gewöhnlich aus selbigem gewonnen wird. Bis gegen das Jahr 1807 wurde das Kali als ein unzerlegter Körper betrachtet. Gegen das Ende dieses Jahrs aber machte Humph. Davy in England die merkwürdige und unerwartete Entdeckung, daß dasselbe aus einem besondern Metalle, welchem man den Namen Kalium gegeben hat, mit Sauerstoff verbunden bestehe, mithin ein wahres Kaliumoxyd sey. M. s. die Artikel, Kalium und Metallerde.

Das Natrum, Natroniumoxyd, Sodiumoxyd, Aetz-Natron, mineralisches Laugensalz, Mineralalkali. Auch dieß Alkali hat Humph. Davy zuerst zerlegt, und gefunden, daß es zusammengesetzt ist aus Sauerstoff und einem eigenen Metall, welchem man den Namen Natronium, Natronmetall, Sodium, Sodametall gegeben hat. M. s. die Artikel: Natron, Metalloide.

Das Ammoniak, Ammonium, flüchtiges Laugensalz, flüchtiges Alkali (Zus. zu S. 237.). Frühere Versuche, welche Humph. Davy im Jahre 1800 bekannt machte, und, zum Theil in diesem Artikel angeführt sind, bestätigten die von Berthollet'schen erhaltenen Resultate, aus welchen sich ergab, daß das Ammonium zusammengesetzt sey aus Wasserstoff und Stickstoff. Nachdem aber Davy die Entdeckung gemacht hatte, daß die feuerbeständigen Alkalien metallische Oxyde sind; so vermuthet er nach analogischen Schlüssen, daß ebenfalls der Sauerstoff ein Bestandtheil des Ammoniums ausmache. Durch folgende Versuche glaubte Davy *) schließen zu dürfen, daß das

*) On the de composition and composition of the fixed alkalies. Philos. Transact. 1808 und 1809. und Schweigger's neues Journ. für Chemie u. Physik. B. IV. S. 331. ff.

Ammonium wirklich außer dem Stick- und Wasserstoff auch Sauerstoff enthalte:

1. Er ließ sehr reines und trockenes Ammoniakgas in ein Platinrohr über glühenden Eisendraht treten. An jedem der beyden Enden des Platinrohrs war eine gebogene Glasröhre angebracht, die mit einer Frostmischung umgeben wurde. Die Temperatur der Luft war 55° Fahr. In der künstlich erkälteten Glasröhre, durch welche das Gas zuerst stieg, bevor es in das Platinarohr trat, war keine Spur von Feuchtigkeit wahrzunehmen; an den Wänden der zweyten Glasröhre aber, in welche das Gas kam, nachdem es über das glühende Eisen fortgegangen war, das sich schwach oxydirt hatte, hatte sich sehr deutlich Wasserdampf abgesetzt.

2. Wurde trockenes Ammoniakgas in einer Glasröhre durch Elektricität zersetzt. Nachdem fünf auf einander folgende Operationen geschehen waren, hatte das Gas gleichförmig um 80 Procent zugenommen, oder 100 Cubikzoll Ammoniakgas waren zu 185 Cubikzoll ausgedehnt, und das Verhältniß des Wasserstoffs zum Stickstoffe durch Rechnung wie 73,74 zu 27,26 gefunden worden. Nach der genauesten Bestimmung des Gewichts der Gasarten würde hiernach ein Gewichtsverlust von 0,97 Gran statt finden.

Der erstere Versuch schien Davy'n bestimmt zu beweisen, daß bey der Zersetzung des Ammoniakgas sich Wasser erzeugt habe. Allein es konnte dagegen eingewendet werden, daß schwerlich alle atmosphärische Luft ausgeschlossen werden könnte; und war dieß nicht der Fall, so ließ sich aus dieser Quelle die geringe Menge von Sauerstoff herleiten.

Was den andern Versuch betrifft, so ist derselbe nach Davy selbst von keinem großen Gewicht, indem er sagt: nimmt man alles zusammen, so erscheint dennoch in dieser Sache die Annahme am wahrscheinlichsten, daß das Ammoniak durch die Elektricität in Wasserstoff und

Stickstoff zersetzt werde, und der Gewichtsverlust nicht größer sey, als man bey einem Versuche von so feiner Art erwarten darf.

Herr Berthollet *) der Jüngere unternahm es, das Ammonium in der Absicht von neuem zu zerlegen, um den Sauerstoff, wenn er welchen nach Davy's Meinung enthalten sollte, aufzufinden. Zuerst berechnete er die von seinem Vater angestellte Analyse, und fand, daß nach den Bestimmungen der specifischen Gewichte der Gasarten, welche die Herren Biot und Arago so genau angegeben haben, die Resultate derselben sehr gut stimmten. Um jedoch eine größere Gewißheit zu erhalten, indem vielleicht ein Fehler bey seines Vaters Analyse vorgefallen seyn konnte, unternahm er eine neue Analyse. Er ließ das Ammonium-Gas durch viele elektrische Entladungsschläge zersetzen, und die Bestandtheile desselben ihre ursprüngliche Elasticität annehmen; hierauf untersuchte er die Natur der entstandenen Gasarten. Aus einer großen Anzahl von Versuchen fand er ein Mittel, daß das Volumen des Ammonium-Gas im Verhältniß von 100 zu 204 zugenommen hatte, und daß das entstandene Gasgemisch in 1000 Theilen aus 755 Theilen Wasserstoffgas und 245 Theilen Stickgas dem Volumen nach befand. Hieraus berechnete nun der Herr Berthollet nach den Bestimmungen der specifischen Gewichte von Biot und Arrago, daß für das Ammonium in 100 Theilen dem Gewichte nach 18,87 Theile Wasserstoff und 81,13 Theile Stickstoff enthalten sind. Hieraus zog Berthollet der Jüngere den Schluß, daß das Ammonium bloß aus Wasserstoff und Stickstoff besteht, und daß sich darin kein Sauerstoff auffinden läßt.

Auch zersetzte Berthollet Ammonium-Gas in einer glühenden Porzellanröhre; durch die er es hindurchstei-

*) Bulletin de sciences de la societè philomat. N. 19. Juin 1808 frey übers. von Gilbert in dessen Annalen B. XXX. S. 378.

gen ließ. Das Gas, welches überging, bestand aus Wasserstoffgas und Stickgas in denselben Verhältnissen, als das vorige Gasgemenge. Auch beym Zersetzen des Ammonium-Gas durch elektrische Funken erschien weder eine Spur von Feuchtigkeit, noch, im Fall ein glühender Eisendrath genommen wurde, von Oxydirung, und doch hätte beydes erfolgen müssen, wenn das Ammonium Sauerstoff enthielte.

Will. Henry *) fand ebenfalls bey seinen sehr genauen Versuchen in dem Ammonium nicht die geringste Spur von Sauerstoff. Er hatte sich überhaupt vorgesetzt, durch genaue Versuche auszumitteln, ob Sauerstoff, Wasser, oder irgend eine Zusammensetzung, welche Sauerstoff als Bestandtheil enthält, im Ammonium befindlich sey. Daher war er genöthigt, auf das genaueste zu bestimmen, wie groß die Menge von Gasarten sey, welche aus einem gegebenen Volumen des gasförmigen Ammonium erhalten werden, und welches das Verhältniß des Wasserstoffs zum Stickstoffe in demselben sey. Die von ihm erhaltenen Resultate seiner Versuche waren folgende:

War das Ammoniakgas, welches zu den Versuchen gebraucht wurde, über ätzenden Kali getrocknet, und das Queckſilber, über welchem es stand, nicht erhitzt worden, so verwandelten sich 100 Maaß Ammoniak-Gas durchs Elektrisiren in 198,78 Maaß Gas; war im Gegentheil das Queckſilber zuvor ausgekocht, so verwandelten sich 100 Maaß Ammoniakgas durch Elektrisiren nur in 180,6 Maaß Gas. Als er letzteres nun zerlegte, fand sich ein Mittel, daß 100 Maaß Ammoniakgas aus 73,75 Maaß Wasserstoffgas und 26,25 Maaß Stickgas bestehen.

Da bey der Zersetzung des Ammoniakgases durchs Elektrisiren einige Fehler sich einschleichen konnten, indem dabey Stundenlang zu operiren war, so versuchte

*) Experiments on Ammonia in den Philosoph. Transact. 1809.

Henry noch andere Verfahrungsarten, um die Bestandtheile des Ammoniums auszumitteln, durch welche er auch Resultate erhielt, welche in Etwas von den ersten Verfahren durchs Elektrisiren abwichen. Indessen wurde er doch durch diese Versicherungsarten überzeugt, daß die Elektricität ein brauchbares Mittel sey, um die Reinheit des Ammoniakgas, und ob es nicht mit atmosphärischer Luft vermengt sey, zu prüfen. Er fand zuletzt daß das Ammoniakgas in 100 Raumtheilen 75,4 Wasserstoffgas und 24,6 Stickgas enthalte, mithin durchaus keine Spur von Sauerstoff enthalte.

Aehnliche sehr genaue Versuche stellten auch die Herren Thenard und Gay-Lussac an, und es war ihnen nicht möglich eine Spur von Sauerstoff in dem Ammonium zu finden.

Nach einem aus mehreren Angaben gezogenen Mittel enthalten 100 Theile Ammonium 80,53 Stickstoff, und 19,47 Wasserstoff.

Gleich nach der Entdeckung der Zersetzung der feuerbeständigen Alkalien stellten besonders auch die Herrn Berzelius und v. Pontin Versuche zur Reduction dieser Alkalien an, und bedienten sich dabey, weil sie eine zu schwache Volta'sche Säule hatten, des Quecksilbers als negativen Leiters, wobey die Zersetzung leicht erfolgte. Diese Methode versuchten sie auch fürs Ammoniak anzuwenden, dessen Zusammensetzung ihnen mit derjenigen der feuerfesten Alkalien gleichartig zu seyn schien, und nach ihrer Meinung fanden sie die Vermuthung, daß sich hier ebenfalls ein metallischer Körper im Quecksilber absetzen würde, gegründet. Das Ammoniak wurde dabey weit leichter als Kali und Natron zersetzt. Zu gleicher Zeit wollten auch die Herrn Seebeck, Tromsdorf, Göttling u. a. Chemiker das Metall, welches das Ammoniak als einen Bestandtheil enthalten sollte, wirklich gefunden haben. Es erhielt dieses Metall den Namen Ammonium. Indessen ist es bis jetzt noch nicht gelungen, das Ammonium weder für sich allein,

noch in Verbindung mit einem andern Körper als Queckſilber darzuſtellen; und das Amalgama, welches durch die Einwirkung der Elektricität erhalten wird, dauert ſo wenige Augenblicke, nachdem es aus der Kette der Säule genommen iſt, daß keine Verſuche damit vorgenommen werden können.

Der merkwürdige Verſuch aus welchem man ableiten wollte, daß das Ammoniak wirklich Ammonium enthalte, iſt folgender: Man legt etwas Queckſilber auf den Boden einer offenen gläſernen Schaale, und führt darin einen Draht von Eiſen oder Platin vom negativen Pol der Säule; auf dieſes Queckſilber wird concentrirtes, ätzendes Ammoniak gegoſſen, worin ein dem poſitiven Pol verbundener Platindraht ſo eingeſetzt wird, daß er eine Linie vom Queckſilber abſteht. Im erſten Augenblick giebt bloß der Docht Gas, aber bald fangen Gasblaſen an, ſich auch vom Queckſilber zu entwickeln; dieſes ſchwillt auf, wird allmählig dick wie Butter, erhält eine ſilberweiße Farbe, und wird zu einem 5 bis 6 mal größern Volumen erweitert. Dieſes jetzt nicht mehr flüſſige Amalgama verwandelt ſich beym Herausnehmen ſchnell, unter Entwickelung von Waſſerſtoffgas, in Ammoniak, wobey das Queckſilber ſein urſprüngliches Volumen wieder einnimmt.

Aus dieſem und andern ähnlichen Verſuchen haben die Chemiker bey ihren Erklärungen ſich in zwey entgegengeſetzte Meinungen getheilt. Herr Berzelius und andere Chemiker glauben, daß der mit dem Queckſilber verbundene Körper, das Ammonium ein von Waſſerſtoff und dem muthmaßlichen Radical des Stickſtoffs, welches Berzelius mit dem Namen Nitricum bezeichnet (m. ſ. den Artikel: Stickſtoff), zuſammengeſetztes Metall ſey, und daß, wenn Ammonium zu Ammoniak oxydirt wird, es ſich mit ſo viel Sauerſtoff verbindet, als nöthig wäre, um das Nitricum in Stickſtoff zu verwandeln, ſo daß, wenn das Alkali durch eine höhere Temperatur zerſetzt wird, ſich das Nitricum mit dem

ganzen Sauerstoffgehalt in Stickstoff verwandelt, und der Wasserstoff in Freyheit gesetzt werde. Diese Vermuthung suchte besonders Berzelius durch alle Berechnungen aus der Lehre der chemischen Proportionen zu unterstützen, weil diese dieselbe Quantität Sauerstoff im Stickstoff anzeigte, er mochte es entweder von der Sättigungscapacität des Ammoniaks als Basis berechnen, oder aus der Sättigungscapacität der Salpetersäure oder der salpetrichten Säure, besonders in ihren basischen Salzen. Jedoch bemerkt er zuletzt, daß diese Berechnungen nur Möglichkeiten darstellten, aber keine entscheidende Beweise wären.

Auf der entgegengesetzten Seite haben dagegen die Herren Thenard, Gay-Lussac und mehre Chemiker zu zeigen gesucht, daß, wenn das Queckſilber amalgamirt wird, es ſich mit Wasserstoffgas und Ammoniakgas verbindet. Thenard und Gay-Lussac ließen eine Quantität des Amalgama, welches man gewinnt, wenn Kaliumamalgama Salmiak zersetzt, durch Queckſilber in ein Barometer aufsteigen. Als dieß in den luftleeren Raum kam, wurde es zersetzt und gab Ammoniakgas mit Wasserstoffgas vermengt, welche ſich wie 10:4 verhielten (nach Berzelius wie 10:5). Berzelius führt an, daß dieser und ähnliche Versuche von Thenard und Gay-Lussac, um zu zeigen, daß das Ammonium-Amalgama Ammoniak und Wasserstoff enthalte, entscheidend seyn würden, wenn nicht die Menge des Ammoniums im Queckſilber so gering wäre, daß eine beynahe unvermeidliche Spur von Feuchtigkeit hinreichend sey, es zum Ammoniak zu oxydiren, wodurch das scheinbare Resultat einer auf einmal ſich ereignenden Entbindung von Ammoniakgas und Wasserstoffgas ſich ergeben müsse. Die Versuche mit Kalium in Ammoniakgas würden wahrscheinlich, wenn ſie ſpäter mit besonderer Rückſicht hierauf erneuert werden könnten, ohne Zweifel mehr positive Gründe zu dem, was man als die richtigste Erklärung über diesen Gegenstand an-

sehen müsse, abgeben. Sey die zuletzt angeführte Ansicht die richtigste, so könne 1. Kalium sich mit Stickstoff in dem graphitähnlichen Körper verbinden, aber es werde alsdann schwer seyn, die Ursache der großen Entzündbarkeit des Stickstoffkaliums, wenn es mit der Luft in Berührung komme einzusehen; 2. in der olivengrünen Masse, mit einem Körper, der aus einem Theile Stickstoffgas und zwey Theilen Wasserstoffgas bestehe; und 3. könne sich ein Theil Stickstoffgas mit vier Theilen Wasserstoffgas verbinden und das Metall darstellen, womit das Queckſilber in dem Ammonium-Amalgama verbunden sey.

Um also diesen Gegenstand aufzuhellen, wird nöthig seyn, durch entscheidendere Versuche darzuthun, auf welche Seite da Wahrheit fälle. Bis jetzt hat es noch keinem einzigen Chemiker geglückt, andere, als die von Thenard und Gay-Lussac aufgefundenen Bestandtheile, nämlich: Wasserstoff und Ammonium, darzulegen, und alle Bemühungen Davy's und anderer Chemiker eine metallische Substanz (außer Queckſilber, Kalium oder Natrium, nach der Art seiner Bereitung) aus ammonischen Wasserstoffverbindungen abzuscheiden, sind vergeblich gewesen.

M. s. Gilbert's Annalen der Physik. B. XXXV. S. 273. B. XXXVI. S. 272. ff. B. XXXVII. S. 211. B. XXXVIII. S. 184. B. XLVI. S. 131. f. Annales de chimie Tom. LXVI. *A. B. Berthollet* sur l'analyse de l'amoniaque, Memoir d'Arcueil Vol. II. p. 268. suir Recherches physico-chimiques Vol. I. p. 52. sq. *Thenard* traité de chimie elementaire theorique et pratique Vol. II. p. 128–132. Schweigger's Journal für Chemie und Physik B. VII. p. 299. Supplemente zu dem chemischen Wörterbuche von Klaproth und Wolff: Artikel Ammonium. Lehrbuch der Chemie von Jac. Berzelius aus dem Schwed. übers. von Palmstedt. B. II. Dresden 1824. S. 73 ff.

Leiter der Elektricität (Zuſ. zu S. 246. Th. III.). Herr Pelletier *) hat über das elektriſche Leitungsvermögen der Mineralien neuere Verſuche angeſtellt. Er führt an, daß unter den Steinen und Salzen nur wenige befindlich ſind, welche die Elektricität leiten; im Gegentheil daß alle Metalle im metalliſchen Zuſtande und ſelbſt viele Metalloxyde und Schwefelmetalle Leiter der Elektricität ſind. Seine Erfahrungen zeigten indeß, daß die gewöhnliche Meinung, die Metalle und ihre Oxyde im Minimo machten alle Körper, worin ſie ſich in Menge befänden, zu Leitern, und die Oxyde im Maximo ſeyn Nichtleiter, nicht allgemein wahr ſey. Er fand Körper, welche ein nicht oxydirtes Metall enthalten, und doch keine Leiter, oder nur ſchlechte Leiter ſind; ſo z. B. leitet Schwefelſilber die Elektricität gar nicht, und Schwefelqueckſilber nur ſehr wenig, indeß Schwefelbley und Schwefelzink, ſelbſt die durchſichtigen kryſtalliſirten Blenden, vortreffliche Leiter ſind.

Nicht weniger ſonderbare Anomalien fand Pelletier unter den Metalloxyden. Das ſchwarze Manganoxyd iſt ein ſehr guter Leiter, ob es gleich im Maximo oxygenirt iſt. Das rothe Bleyoxyd oder die natürliche Mennige leitet kaum; ſehr gut dagegen die Bleyerde, welche ebenfalls ein Oxyd iſt, ſo daß dieſer Character hinreicht, ſie von dem erdigen kohlenſauren Bley zu unterſcheiden, welches kein Leiter iſt. Noch ein ſchlechterer Leiter iſt das ſchwarze Kobaltoxyd.

Alle vulkaniſche Produkte, welche nicht vom Waſſer umgeſtaltet ſind, ſchienen Pelletier Nichtleiter zu ſeyn, dagegen durch die Veränderungen, welche das Waſſer in ihnen hervorzubringen vermag, zu Leitern zu werden.

Folgende tabellariſche Ueberſicht der Reſultate, welche er mit den meiſten Mineralien erhalten hatte, giebt er mit einiger Bedenklichkeit, indem der Zuſtand der

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XLVI. S. 200 ff.

luft, die Figur der Stücke und die Spitzen an krystallisirten Körpern auf den Erfolg einigen Einfluß hätten. Doch schien ihm, daß man aus ihr die entscheidenden Charactere einiger Arten werde entlehnen können. Schwache Leiter hat er diejenigen benannt, mit welchen sich die Leidner Flasche nicht augenblicklich entladen läßt, sondern die Entladung einige Augenblicke dauert; auch lassen sie den Schlag nur dann durch sich hindurch, wenn die Flasche stark geladen ist.

Salze.

Alle farbenlose Salze	sind Nichtleiter
Einige stark gefärbte Marmorarten	schwache Leiter

Steine.

Alle Steine, die folgenden ausgenommen	sind Nichtleiter
Lazulith	leitet schwach
Badolinit	leitet schwach
Schwarze Amphibole	leitet
Weiße Amphibole	leitet nicht
Bronzit	leitet sehr stark
Lepidolit	leitet schwach

Brennbare nicht metallische Körper.

Alle reguliniſche Metalle und ihre Legirungen	sind sehr gute Leiter
Alle Metallsalze im reinen Zustande	sind Nichtleiter
Rothgültigerz, selbst durchsichtiges	leitet gut
Silberglaserz (schwarzes Schwefelsilber)	— sehr gut
Hornsilber, wenn es an der Luft braun geworden	— schwach
Schwefel-Queckſilber	— mittelmäßig
Natürliche Mennige	— sehr schwach
Weißes Bleyoxyd (natürliches Bleyweiß)	— gut
Schwefelbley	— vortrefflich
Oxydirtes Kupfer	— sehr schwach
Kupferkies	— sehr stark
Schwefelkupfer	— sehr stark
Eiſenglanz und oxydirtes Eiſen	— sehr gut
Eiſen der Vulkane	— mittelmäßig
Schwefelkies (Schwefeleiſen)	— sehr gut
Arſenikkies (Arſenikeiſen)	— sehr gut
Oxydirtes Zinn, selbst die durchsichtigsten Zinngraupen	— sehr stark
Nickel	— sehr gut
Glanz- und Spieskobalt	— sehr gut
Schwarzer Erdkobalt	— sehr wenig
Oxydirtes Mangan	— sehr gut
Phosphorsaures Mangan, ein unreines Salz	— gut
Grau Spiesglanzerz (Schwefelſpiesglanz)	— wenig
Rothes Spiesglanzerz (Schwefel-Waſſerſtoff-Spiesglanz)	— wenig
Pechblende (Schwefeluran)	— stark
Oxydirtes Uran	— sehr wenig

Brennbare nicht metallische Körper.

Schwefel-Molybdän	leitet wenig
Schwefel-Arsenik	ist ein vollkommener Nichtleiter
Oxydirter Arsenik	ist ein Nichtleiter
Titan-Eisen	leitet schwach
Titanit	— äußerst wenig
Wolfram	— schwach
Tungstein	— gar nicht
Tellur	— sehr gut
Cerit	— sehr wenig

Leiter, galvanischer oder des Galvanismus (Zus. z. S. 601. Th. VI.). Der Herr D. **Bunzen** in Kopenhagen hatte gegen die Erklärung der sonderbaren Erscheinung der Flamme in Ansehung ihrer Leitungsart, welche der Herr Prof. **Ermann** angeführt hatte, einige Zweifel erhoben, und bemerkt, daß der Galvanismus in der brennenden Flamme unleugbar auf eine unerklärbare Weise wirkt [α]). Um nun diesen besondern und dunkeln Gegenstand aufzuhellen, hatte seitdem der Herr Prof. **Ermann** weitere Untersuchungen darüber angestellt, welche ihm folgende Resultate gaben. Seinen scharfsinnigen Versuchen über das Leitungsvermögen der Körper [β]) zu Folge ergiebt sich eine fünffache Verschiedenheit der Materien, indem sie zerfallen

I. in **Nichtleiter.** Mittelst eines solchen Körpers kann keiner der einzelnen Pole weder geladen noch entladen werden. Im Conflicte der beyden Pole hemmt er daher alle wechselseitige Wirkung jedes Pols. Der Kreis ist nicht geschlossen. Hieher gehören Glas, Harz, Oele und die Flamme des brennenden Schwefels.

II. in **Leiter.** Durch denselben kann jeder einzelne Pol entladen, und der entgegengesetzte geladen werden. Bey Anlegung des Leiters von Pol zu Pol kann ein solcher sich zeigen als

1. **vollkommner Leiter.** Eine jede Wirkung eines individuellen Pols, des positiven so wie des negativen,

α) Gilbert's Annalen d. Physik. B. XV. S. 352.

β) Ebendaselbst. B. XXII. S. 15. ff.

verſchwindet bey der Anlegung. Der Kreis iſt vollkommen geſchloſſen. Hieher gehören Metalle, Kohlen.

2. unvollkommne Leiter. Die ſpecifiſchen Wirkungen der individuellen Pole ſind während der Anlegung noch wahrnehmbar, jedoch ſchwächer. Dieſer iſt

a. Bipolar. Die ſpecifiſchen Wirkungen beyder Pole ſind am Leiter ſelbſt zugleich wahrnehmbar. Er theilet ſich in zwey Zonen, wovon die eine die + E, die andre die — E Wirkung zeigt; und die Kette iſt durch ihn unvollkommen geſchloſſen. Dahin gehören Waſſer und im Waſſer gelößte Neutralſalze.

b. Unipolar. Die ſpecifiſchen Wirkungen nur des einzigen Pols ſind am Leiter wahrnehmbar. Der Körper, welcher die Wirkung jedes einzelnen Pols leitet, leitet während des Conflicts beyder, nur die Wirkung des einen, und der andere Pol bleibt iſolirt. Der Kreis iſt alſo nicht geſchloſſen.

α. Poſitiv Unipolar. Der von Pol zu Pol angebrachte Leiter iſolirt im Conflicte die negative Wirkung, und leitet nur die poſitive. Es bleibt daher nach ableitender Berührung dieſes Mittelgliedes der negative Pol auf das Maximum geladen, und der poſitive durchaus entladen.

β. Negativ Unipolar. Der von Pol zu Pol angebrachte Leiter iſolirt im Conflicte die poſitive Wirkung, und leitet nur die negative. Daher bleibt nach ableitender Berührung dieſes Mittelgliedes der poſitive Pol auf das Maximum geladen, und der negative durchaus entladen.

Ueber die ſonderbare Exiſtenz der beyden Arten von Unipolar-Leitern macht Herr Ermann folgende Bemerkungen:

Es ſey eine thätige Volta'ſche Säule ſo vollkommen wie möglich auf einer nicht elektrophoriſchen Harzfläche von 1½ bis 2 Fuß Durchmeſſer iſolirt, und mit jedem Pole ſey ein empfindlicher Elektrometer verbunden. Nun berühre

1. die Flamme einer eben so sorgfältig-isolirten Weingeistlampe bald den einen, bald den andern Polardraht; hiebey findet sich am entgegengesetzten Elektrometer keine wahrnehmbare Veränderung der Divergenz.

2. Wird aber die den einen Pol berührende Flamme in leitende Verbindung gebracht, so erhält jedesmal das Elektrometer des entgegengesetzten Pols das Maximum der Divergenz; und zwar ist diese Wirkung an beyden Polen durchaus gleich. Auch zerstört die nicht isolirte Flamme jede vorher beygebrachte Divergenz des Pols, den sie berührt.

Es wirkt also die Flamme des Weingeistes wie der beste vollkommne Leiter, wenn sie an jeden einzelnen Pol angebracht wird.

3. Verbindet man beyde Polardrähte mit derselben isolirten Flamme, so zeigen die Elektrometer durch ihre Divergenz, die nach wie vor dauert, daß der Kreis durchaus nicht geschlossen ist, und daß also die leitende Eigenschaft der Flamme weder Wasserzersetzung noch irgend ein anderer chemischer Prozeß statt hat. Berührt man während der Anwendung der Flamme irgend einen Pol ableitend, so erhält dadurch das entgegengesetzte Elektrometer das Maximum der Divergenz eben so, als wenn sich die Säule in der vollkommensten Isolation befände.

4. Berührt man aber die Flamme selbst ableitend, so bekommt der negative Pol das Maximum seiner Divergenz, und der positive verliert jede Spur davon, wenn man ihm auch früher absichtlich die größtmögliche Divergenz ertheilt hätte, und es ist ganz unmöglich, durch Vermittelung der Flamme auf den negativen Pol zu wirken.

Es leitet also die Flamme des Weingeistes im Conflicte, nach wie vor, die positive Wirkung ganz vollkommen; für die negative ist sie aber ein eben so vortrefflicher Isolator geworden: sie ist: ein positiv unipolarer Leiter.

Herr Ermann bemerkt, daß die vorzüglich merkwürdige Ausbreitung des positiven Wirkungskreises der Flamme ihn auf die Hypothese einer Zerstreuung des + E durch die Flamme gebracht hätte. Der ausgezeichnete Einfluß der chemischen Constitution des Körpers, von dem die Flamme entstehe, auf das Phänomen dieses anomalen Leitungsvermögens, habe ihn aber zuerst belehrt, daß der Grund dieser Erscheinungen viel tiefer liege. Es sey in der That auffallend, daß man trotz der vollständigsten Auseinandersetzung der Verbrennungsprozesse, oft noch geneigt sey, von der Flamme im Allgemeinen, als von etwas absolutem und in jedem Falle sich gleich seyendem, gemeinschaftliche Eigenschaften zu prädiciren. Die mit so vielem Eifer bestrittene Frage: ob die Flamme zu den Leitern oder Isolatoren der galvanischen Elektricität gehöre, trage so offenbar diesen logischen Fehler an der Stirn, daß es in der That sonderbar genug sey, daß keiner früher auf diesen wesentlichen Unterschied geachtet habe. Als Resultat der comparativen Untersuchungen, welche er von diesem Gesichtspunkte aus angestellt, träten die elektrischen Erscheinungen der Flamme an der Säule mit der ausgezeichnetsten Verschiedenheit hervor, je nachdem die brennbaren Körper, von welchen die Flamme herrühre, in ihrer chemischen Constitution verschieden seyn.

Die Flamme aller Substanzen, welche in ihrer Mischung Kohlenstoff und Wasserstoff enthielten, sey, wie natürlich, mit der Flamme des Weingeistes einerley; sie leite vollkommen jeden einfachen Pol, bey Schließung der Kette gehöre sie aber ganz ausschließend dem positiven zu. Naphtha, fette und ätherische Oele, Bernstein, Kampfer, Harze, Wachs und Talg gäben unipolar-positive Flammen.

Der Kohlenstoff sey aber zu dieser Wirkung keine nothwendige Bedingung. Er füllte oft ein Gazometer mit chemisch-reinem Wasserstoffgas, und fand jedesmal, daß die Flamme dieses Gas ebenfalls für jeden

einzelnen Pol ein vollkommner Leiter war, daß sie aber im Conflicte der beyden Pole dem positiven ganz ausschließend zugehörte, und den negativen absolut isolirte.

Die Flamme des Schwefels isolirte durchaus jede Wirkung der Säule; es war unmöglich, durch ihre Vermittelung irgend einen Pol zu laden; es findet mithin auch dieselbe Isolation an beyden Polen statt, wenn die Flamme des Schwefels angewendet wird, den Kreis zu schließen. Was für einen entscheidenden Einfluß aber die chemische Constitution des brennenden Körpers auf den Leitungsprozeß besitzet, erhellet daraus, wenn dem Schwefel irgend ein kohlenstoff- oder wasserstoffhaltender Körper beygemengt wird. So isolirt z. B. die Flamme der Schwefelfäden die Elektricität der Säule nicht, sondern sie tritt wegen des ungemein geringen Antheils von Kohlenstoff und Wasserstoff des vegetabilischen Fadens, mit einer auffallenden Bestimmtheit in die Classe der positiv-Unipolarleiter.

Höchst merkwürdig ist die Eigenschaft, welche der Flamme des Phosphors zukommt. Einzeln an jedem Pol angebracht, entladet sie ihn, und ladet den entgegengesetzten; im Conflicte aber weicht sie durchaus ab von den Eigenschaften aller andern Flammen, welche Ermann geprüft hatte. Sie ist negativ-unipolar; d. h. wenn man sie als Mittelglied zur Schließung der Kette anwendet, so leitet sie vorzugsweise die negative Wirkung. Wurden aber dem Phosphor wasserstoff- oder kohlenstoffhaltige Substanzen z. B. Kampfer oder ätherische Oele, so zugemengt, daß sie zugleich mit ihm brennten, so ertheilten diese augenblicklich der Flamme des Phosphors die Eigenschaft, positiv-unipolar zu werden.

Da Ermann überhaupt fand, daß das Hinzufügen eines Hydrogen oder Kohle enthaltenden Körpers die Flammen des Schwefels und Phosphors in positiv-unipolare verwandelte; so schien es ihm wohl mehr als wahrscheinlich, daß die Verschiedenheiten des Lei-

tungsvermögens der Flammen verbrennlicher Körper nicht von einem so zu sagen mechanischen Grunde herrühren; das Detail der Phänomene scheint vielmehr auf eigenthümliche Verwandtschaften der + und — E mit diesen oder jenen Substanzen zu führen.

Herr Ermann suchte aus diesen sonderbaren Erscheinungen, welche von dem Leitungsvermögen der Flammen abhangen, einen Satz darzuthun, der bisher noch zweifelhaft zu seyn schien. Dieser Satz war folgender: Man erhält Contractionen auch an einem einzelnen Pole der Säule ohne Schließung des Kreises. Ist nämlich dieser Pol durch vorhergegangene ableitende Berührung des entgegengesetzten Pols auf das Maximum der Ladung gebracht worden, und es ergießt sich diese Ladung durch Vermittelung eines sehr reizbaren thierischen Theils in den Boden, so wird dieser thierische Theil, ungeachtet die Säule dabey ganz offen bleibt, doch eine sehr ausgezeichnete Incitation der Myotilität darthun.

Der Herr von Humboldt hatte nach Ermann mit vollem Rechte behauptet, daß man durch Vermittelung einer Flamme keine physologisch-galvanische Erscheinungen erhalten könne, obgleich mehrere andere Physiker von Reizversuchen sprachen, welche unter solchen Umständen gelingen, oft aber auch nicht. Um nun diese anomale Erscheinungen zu erklären, gieng Ermann von dem Begriff der positiv-unipolaren Leiter aus. Man nehme nämlich eine vollkommen isolirte Säule, und eine eben so isolirte wasserstoff- und kohlenstoffhaltige Flamme. Das sehr reizbare Froschpräparat sey am negativen Pole als vermittelndes Glied angebracht. Man verschließe nun den Kreis an der Flamme mit einem völlig isolirten Auslader; es wird nie die mindeste Spur von Contraction Statt finden, da die Flamme nur die positive Wirkung leitet, die negative aber ganz vollkommen isolirt. Wiederholt man aber diese Schließung mit dem einzigen Unterschiede, daß der Auslader nicht isolirt

gehalten wird, so entstehen augenblicklich Contractionen, welche auch nie ausbleiben, so lange das Subject den gehörigen Grad der Incitabilität behält.

Herr Ermann erklärt diese Erscheinung also: Der an die Flamme gebrachte unisolirte Leiter ladet jedesmal den negativen Pol, und mit ihm das daran gebrachte Präparat auf das Maximum. Bringt man nun ferner den unisolirten Auslader an das Präparat, als wollte man schließen, so entladet sich dieses in den Boden, und der Muskularreiz findet Statt im Momente der Entladung. Diesen Verlauf bestätigte vollkommen der Gang der Elektrometer. Die Flamme dient hier also durchaus nur als Mittel, den negativen Pol zu laden, und der einzige Grund der Contraction ist der plötzliche Uebergang dieser negativen Ladung in den Boden durch die organischen Theile hindurch. Von der Richtigkeit dieser Theorie wurde Ermann noch besonders dadurch überzeugt, daß gerade dieselben Erscheinungen sich ergaben, wenn auch keine Flamme mit im Spiele war. Durch diese Versuche wurde also der v. Humboldt'sche Satz erwiesen: daß nämlich die Flamme nie Contractionen durch Schließung des Kreises gewähre.

Daß es auch negativ-unipolare Leiter gebe, d. h. solche Substanzen, welche, an jedem einzelnen Pole angebracht, die Elektricität der Säule vollkommen leiten, die aber als Zwischenmittel bey Schließung des Kreises nur die negative Elektricität leiten, während sie die positive Wirkung ganz isoliren, suchte Herr Ermann aus mehreren Versuchen zu beweisen. Substanzen dieser Art sind der concrete trockene thierische Eyweißstoff, und die festen alkalischen Seifen jeder Art, wenn sie nur bis zum höchsten Grad der Trockenheit gebracht sind.

1. Man versehe eine vollkommen isolirte Säule mit ihren Polarelektrometern. Berührt man nun irgend einen Pol mit einer auch noch so großen Masse von höchst trockner Seife, welche man frey in der Hand

hält, so verliert der Pol augenblicklich alle seine Divergenz, und der entgegengesetzte erhält das Maximum der Spannung. Es leitet also die trockne Seife an jedem einzelnen Pol eben so vollkommen, als ein metallischer Zuleiter; die trockne ganz so gut wie die am Berührungspunkte benetzte, und zwar ist an keinem der beyden Pole irgend eine Verschiedenheit in der Quantität der Wirkung wahrzunehmen.

2. Steckt man nun die Enden der beyden Polardrähte der Säule in eine und dieselbe Masse Seife, welche vollkommen isolirt ist, so zeigen sich, trotz der vorher beobachteten leitenden Eigenschaft der Seife, die Pole der Säule vollkommen isolirt. Wenn sie vorher abgeglichen sind, so tritt an jedem eben die Divergenz ein, als wenn sie nicht die mindeste Verbindung mit einander hätten, und es läßt sich jeder einzelne auf das Maximum laden; der Kreis ist durchaus nicht geschlossen.

3. Sobald aber die Seife in ableitende Berührung mit dem Boden gebracht wird, so divergirt augenblicklich das Elektrometer des positiven Pols auf das äußerste; das negative dagegen hat alle Divergenz verloren, eben so, als hätte man bey einer isolirten Säule den negativen Pol gerade zu berührt. Die Totalität der Seife gehört also im Conflicte ausschließend der negativen Wirkung zu, und isolirt den positiven so vollkommen, daß man mit der feinsten Spitze ganz dicht am positiven Drahte keinen Punkt auffinden kann, durch dessen Berührung man dem positiven Pole auch das mindeste von seiner Ladung entziehen könnte.

Der auffallendste Beweis dieser sonderbaren Erscheinung erhält man nach **Ermann**, wenn man mit benetztem Finger zugleich den negativen in die Seife gehenden Polardraht, und die Seife selbst berührt. Es wird nämlich keine Erschütterung Statt finden, und die Elektrometer zeigen nicht die mindeste Aenderung in ihren respectiven Divergenzen, das positive bleibt Null,

und das negative erreicht das Maximum eben so wie durch bloße Anlegung der Hand an die Seife. Wiederholt man aber den Versuch so, daß man mit benetzten Fingern am positiven Drahte und an der Seife schließt, so erhält man eine Erschütterung, die Elektricitäten sind beyde abgeglichen und der Kreis ist geschlossen. Hierdurch ist also nach **Ermann** erwiesen, daß auch die 5te Classe von Leitern in der Wirklichkeit vorhanden ist, und daß die Seife ein negativ-unipolarer Leiter ist. Dieselben Versuche beweisen das nämliche vom concreten Eyweißstoffe.

Herrn **Ermann's** Annahme unipolarer Leiter wurde zuerst von den Herren **Brugnatelli** und **Configliachi** bestritten *). Diese führen an, daß sie gefunden hätten, daß es keine wahre unipolare Leiter, weder positive noch negative, gebe. Sie fanden vielmehr, daß diese Eigenschaft von einem besondern Gesetze herrühre, welches bey diesen vegetabilischen und animalischen, dann einer großen Anzahl mineralischen Substanzen, mit einem Worte, bey allen den Leitern sich zeige, welche die positive und negative Wirkung isoliren, während sie fortfahren, die Elektricität des entgegengesetzten Pols zu leiten, und das zu Folge eines größern Contacts auf der einen und auf der andern Seite. Auch wollte Herr **Brugnatelli** gefunden haben, daß die Metalle und ihre Thermoxyde die nämliche Eigenschaft besitzen. Herr **Ritter** bemerkt hiebey noch in einer Note, dieß sey das erste Wort, mit dem eine der größten Täuschungen zur Sprache komme, die je einem Elektriker bey Schätzung seiner Beobachtungen unwillkührlich wiederfahren wären. Ob aber **Brugnatelli** gerade schon den wahren Grund der **Ermann**'schen Phänomene entdeckt, werde wohl noch dahin gestellt seyn müssen. Herr **Ritter** glaubt vielmehr, daß den Beobachtungen des

*) Gehlen's Journal für die Chemie, Physik und Mineral. B. IV. S. 454. und B. VIII. S. 319. ff.

Herrn Ermann nichts weiter zum Grunde liege, als was er früher schon über die chemische Natur elektrischer Ladungen bemerkt und bekannt gemacht habe, und welches vom besten Leiter herauf bis zum höchsten Isolator gelte. Alles übrige sey dann nur, durch die Ladungen, hervorgerufenes Spannungsspiel.

Herr Prechtl *) hat ebenfalls die Eintheilung der unvollkommenen elektrischen Leiter des Herrn Ermann in die drey Classen, in bipolare, positiv-unipolare und negativ-unipolare bestritten, und zuförderst dabey bemerkt, daß ihre Eigenschaften, wenn sie unbezweifelt bloß in der Natur des Leitungsvermögens für eine oder die andere Elektricität begründet wären, und nicht vielmehr auf andern Gründen beruhten, welche denen der übrigen elektrischen Erscheinungen analog seyn, auf ganz besondere und unbekannte, vielleicht auf unerforschliche Eigenschaften des galvanischen Prozesses deuten, und in so fern unsere Nachforschungen über diesen Gegenstand, eben in dem Bestreben, durch sie dem Ziele näher zu rücken, in neue schwer zu lösende Schwierigkeiten verwickeln würden. So lange die Natur dieser anomalen Erscheinungen nicht erkannt sey, sey jeder Versuch über die Aufklärung jenes Prozesses in seinen letzten Gründen gewagt, und man laufe in Gefahr, das Resultat der neuen Untersuchungen in jene Lücke versinken zu sehn, die man durch die Vorbeygehung ähnlicher Phänomene im Wege der Forschung gelassen hätte.

Es sey daher von großer Wichtigkeit, die letzten Gründe jener anomalen Erscheinungen anzugeben, und zu zeigen, entweder, daß sie mit den bereits bekannten Elektricitäts-Gesetzen übereinstimmten, oder daß sie mit ihnen, durch eine wirkliche Bereicherung der Wissenschaft, vermittelst einer erweiterten Ansicht jener Phänomene, in Verbindung zu bringen seyn. Herr

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XXXV. S. 28. ff.

Prechtl wurde bey diesem Gegenstande auf die Theorie des elektrischen Ladungszustandes und dessen Modificationen geleitet. Dieser Theorie zu Folge wird alle Fortpflanzung der Elektricität oder ihrer Effecte nur durch die successiven Abwechselungen von positiver und negativer Elektricität begründet. Hiernach werden also besonders bey einer Volta'schen Säule die beyden Elektricitäten von den Polen aus gegen die Mitte derselben beständig abnehmen, gerade in der Mitte wird sich der Indifferenzpunkt befinden, und in völlig isolirten Zustande der Säule besitzen beyde Pole das relative Maximum elektrischer Tension. Dieser Zustand der Säule ist also der wahre elektrische Ladungszustand der Säule eines Körpers. Werden nun beyde Pole durch einen Leiter verbunden, so kommen die beyden äußern Elektricitäten auf einander in den Rand der Ruhe, ohne sich zu neutralisiren, und dieß findet statt bey einer vollkommenen Schließung beyder Pole; sind aber diese durch einen Körper in Verbindung, der für ihre Elektricität nicht vollkommener Leiter ist: so kommen von den Elektricitäten beyder Pole auch nur aliquote Theile mit einander in Gegenwirkung, während das Uebrige im Ladungszustande bleibt. Diese Elektricitäten ruhen in einander, ohne neutralisirt zu seyn, wie dieß überhaupt der Fall ist, wenn elektrisirte Körper von ungleichem elektrischen Leitungsvermögen in Berührung kommen; und sie bewirken in diesem Zustande entweder Cohäsion (attractiven Effekt), wenn die berührenden Substanzen durch jene elektrische Tension keine Veränderungen und Verbindungen eingehen, oder sie bewirken materielle Veränderung (chemischen Effekt), wenn unter jenen Tensionen diese Verbindungen der Substanzen möglich sind.

Wenn aber auch gleich alle Körper, so wohl die Leiter als Nichtleiter, und folglich alle in ihrem Leitungsvermögen zwischen ihnen liegende Körper auf dieselbe Art die elektrische Ladung erhalten, so finden

doch zwischen den Körpern von verschiedenem Leitungsvermögen die wesentlichen Unterschiede statt, daß sie die elektrischen Wirkungen um so leichter und vollständiger annehmen und wieder verlieren, je besser ihr Leitungsvermögen ist, und umgekehrt. Sie müssen sich aus diesem Grunde in ihrer wechselseitigen Berührung anders verhalten, als Körper von gleicher Leitungsfähigkeit. Körper von gleichem Leitungsvermögen assiculiren sich in ihrem elektrischen Zustande, und erscheinen in dieser Hinsicht als ein einziger Körper, indem sich die bey den einander berührenden Elektricitäten in einander neutralisiren, oder mit einander in den Stand der Ruhe kommen. Sind die berührenden Körper aber im Leitungsvermögen ungleich, so hängt der elektrische Zustand von den für dieselbe statt findenden Bedingungen der Neutralisirung der Elektricitäten ab. In diesem letztern Falle ergiebt sich eine relative Isolirung des im Kreise befindlichen Körpers, und folglich eine Ungleichheit der Leitung zwischen den Polen. Hieraus sucht Herr Prechtl die Ermann'schen unipolaren Leitungen zu erklären. Der Vorgang mit der trocknen Seife und dem getrockneten Eyweißstoff erfolgt nach Prechtl also: Die Oberfläche der Seife und selbst ihre Substanz leitet die Elektricität vermöge des enthaltenden Natrons, welches vorzüglich die Oberfläche continuirlich überzieht, eine Folge der Austrocknung, welche immer an der Oberfläche fortgesetzt wird. Die Gegenwart dieses freyen Natrons zeigt das Belecken auch der trocknendsten Seife mit der Zunge, und die Färbung des auf Kali reagirenden Papiers, sobald es befeuchtet irgend einen Theil desselben berührt. Durch die Wirkung des negativen Pols tritt also Befeuchtung und bessere Leitung an der demselben anliegenden Theilen der Seife ein, eine Befeuchtung, die, wenn die Seife selbst trocken ist, nur äußerst gering zu seyn braucht; mithin geschieht ungleiche Leitung und daher relative Isolirung des positiven Pols, so daß der negative Effekt von jedem Punkte des Sei-

fenstücks aus bis in die Nähe des positiven Drahtendes geleitet wird. Befeuchtet man den positiven Pol, so wird die Ungleichheit der Leitung aufgehoben, daher der Kreis geschlossen; ja es ist möglich, daß bey einer schwach wirkenden Säule und der übereinstimmenden Trockniß der Seife, um das gehörige Eintreffen der Differenzen zu erhalten, selbst relative Isolirung des negativen Pols eintrete, wenn die Befeuchtung des positiven Pols stark ist. Daß durch die Wirkung des negativen Pols in der anliegenden Seife Flüchtigkeit bewirkt werde suchte Prechtl durch Versuche darzuthun. Nach ihm ist der generische, diese Erscheinungen der chemischen Negativ-Unipolarität begründende, Körper das Kali oder das Natron.

In Ansehung der Wasserstoffgas-, und Kohlen-Wasserstoffgas-Flammen, welche Ermann als positiv-unipolare Leiter aufstelle, würden wir auf die Ungleichheit der Leitung durch die Differenz der Erhitzung geführt. Diese Flammen seyn glühend heiße Luft, deren Oberfläche in Berührung mit dem Sauerstoffgas zu Wasser werde, dessen Dunst, von derselben Glühehitze, mit der heißen Luft in die Höhe steige. Glühend heiße Luft sey, wie bekannt, ein elektrischer Leiter, und zwar ein um so besserer, je höher deren Temperatur ist, so wie umgekehrt dieses Leitungsvermögen wieder geringer werde, wenn sich diese Temperatur wieder vermindert. Daher leite die Flamme die Elektricität oder jeden einzelnen elektrischen Pol. Kämen also beyde Pole durch die Flamme in Verbindung, so entstünde augenblicklich elektrische Ladung (Bipolarität), so daß die Flamme zwey Zonen erhalte, von denen die den positiven Pol herrührende positiv, jene am negativen Pole negativ sey. Nun werde aber durch die positive Tension die Anziehung aller Körper überhaupt, vorzüglich der oxygenirbaren zum Oxygen erhöht, so wie umgekehrt durch die negative Tension deren Anziehung zum Oxygen vermindert werde. Mithin erhalte das heiße Wasserstoff-

gas der positiven Zone eine größere Anziehung zum Oxygen, als jenes der negativen Zone; folglich werde auch dort mehr Sauerstoffgas in derselben Zeit zersetzt, als hier; und diese positive Zone der Flamme habe also auch eine größere Hitze als die negative. Es sey sonach durch diese Differenz der Erhitzung der Luft an beyden Polen auch die Ungleichheit der Leitung zwischen denselben, und mit ihr die negative Isolirung für den negativen Pol gegeben, so daß die positiv-unipolare Leitung eintrete.

Uebrigens sucht Prechtl durch mehrere Versuche die größere Hitze der positiven Zone der Flamme gegen jene der negativen darzuthun.

Endlich hat auch Herr Tho. Brande *) Einwürfe gegen die Annahme einer Unipolarität gemacht. Nach seinen im Artikel: Elektricität (Th. VIII. S. 487.) angeführten Versuchen lassen sich die von Herrn Ermann beobachteten Erscheinungen auf eine mit den bekannten Gesetzen der Elektricität besser übereinstimmende Weise erklären, als sie von ihm selbst erklärt worden sind. So z. B. muß man die Flamme des Wachses, des Oels u. s. f. als größtentheils aus diesen Körpern in Dampfgestalt bestehend sich denken; und da die natürliche Elektricität dieser Körper positiv ist, so müssen dieserwegen die Goldblättchen des Elektrometers an dem positiven Pole der Säule fortfahren zu divergiren, wenn es mit der Flamme derselben in Berührung gesetzt wird. Setzt man dagegen den negativen Pol mit ihrer Flamme in leitende Verbindung, so wird der elektrische Zustand desselben durch die dieser Flamme ursprünglich eigene positive Kraft zerstört, und daher fallen dann die Blättchen des Elektrometers an dem negativen Pole zusammen. Was die Phosphorflamme betrifft, so wird diese von der positiven Oberfläche des Apparats angezogen (unstreitig wegen der Schnelligkeit, womit sich beym Ver-

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LII. S. 383. ff.

brennen des Phosphors eine mächtige an Sauerstoff reiche Säure bildet), und ist folglich von Natur negativ. Diese Flamme wird folglich nur die negative Elektricität durch sich hindurchlassen zu dem Elektrometer, die positive Elektricität dagegen zerstören, und daher unter den besondern Umständen, welche Herr Ermann beschrieben hat, als ein Nichtleiter der positiven Elektricität erscheinen.

Herr Ermann, welcher vom Herrn Gilbert um seine Meinung über diese Deutung seiner Versuche war gebeten worden, hatte demselben schriftlich erwiedert, daß ein Zufall, welcher ihm das Experimentiren unmöglich gemacht, dasjenige, was er in dieser Sache begonnen, zwar nicht zur Reife habe kommen lassen; doch könne er aus seinen Versuchen so viel mit Bestimmtheit behaupten, daß bey einer trocknen Säule die positive und negative Elektricität sich bey aller chemischen Verschiedenheit der zur Prüfung angewendeten Flammen, durchaus ohne alle Verschiedenheit zeigte. Dieß schien ihm nun nicht mit Herrn Brande's Ansicht überein zu stimmen; denn hier hätten wir Elektricität frey, ohne vorhergegangenen chemischen Prozeß, und die chemische Beziehung der Elektricität an sich, für Sauerstoff und für Wasserstoff in der Flamme, müßte sich doch auch hier zeigen.

Schon vor den angeführten Beobachtungen des Herrn Ermann hatte Herr Ritter und einige andere Beobachter für die galvanischen Leiter folgendes bestimmt:

1. Alle wässerige Lösungen solcher verbrennlichen Körper, die für sich mehr oder weniger isoliren, leiten im Allgemeinen schlechter; z. B. die Lösungen des Gummi's, des Zuckers, der Naphthen, des Weingeistes, der Schwefelalkalien u. s. f.

2. Alle wässerige Lösungen mehr oder weniger verbrannter Körper, leiten im Allgemeinen besser, und zwar um so vorzüglicher, je mehr sie vor der Lösung verbrannt waren; z. B. die Lösungen

der Alkalien, und einiger Metalloxyde, und vermuthlich auch außerordentlich gut die Erden, wenn es möglich wäre, sie für sich im Wasser zu lösen; ferner diejenigen der Salze und Säuren, vorzüglich der oxygenirten Chlorsäure, und zwar um so besser, je concentrirter sie sind.

3. Feuchte oder flüssige thierische Theile leiten besser als vegetabilische, und jeder von beyden um so mehr, je höher die Rolle war, die der Theil im Ganzen spielte, und je höher dieses Ganze selbst in der Reihe des Organismus stand. So gehören z. B. die Nerven des Menschen zu den vorzüglichsten Leitern. Außerdem verdient noch bemerkt zu werden, daß das Leitungsvermögen und die Action der Leiter in der Kette überhaupt wächst, bey übrigens gleichen Umständen, in dem Maaße, wie die Berührungsflächen zu- und die Höhen der Wasserschichten abnehmen, und in dem Verhältniß, wie die Spannung zunimmt, die in dem Leiter zur Ausgleichung kommen soll.

Nach diesen Erörterungen lassen sich unter folgenden Berührungs- und Vereinigungsverhältnissen wirksame galvanische Ketten bilden:

I. Zwey Leiter der ersten Classe mit einem der zweyten

1. wo der Leiter der zweyten Classe mit jedem der ersten + wird. Z. B. Zink, Silber und Wasser; entweder in der Art, daß beyde heterogene Metalle einander und eines derselben den feuchten Leiter berührt, oder daß jedes der sich berührenden Metalle auf seiner abgewendeten Seite einen feuchten Leiter hat.
2. Wo der Leiter zweyter Classe mit jedem der ersten — wird. Z. B. Zink, Silber, (concentrirte) Säuren, z. B. Salzsäure, die verschiedene Lagerung wie Nr. 1.
3. Wo der Leiter der zweyten Classe nur mit einem der ersten +, mit dem andern — wird. Z. B. Zink, Eisen und Alkaliauflösung, welche nach Herrn

Pfaff mit Eisen —, mit Zink hingegen, wie mit den meisten übrigen Metallen + wird.

II. Ein Leiter der ersten Classe mit zweyen der zweyten Classe

1. wo jeder der zweyten Classe mit dem der ersten + wird. Z. B. Zink, Alkaliauflösung und Wasser, entweder in der Art, daß beyde feuchte Leiter einander, und einer derselben den trocknen Leiter berührt, oder daß jeder der sich berührenden feuchten Leiter, dasselbe Metall auf der abgewendeten Seite hat.
2. Wo jeder der zweyten Classe mit dem der ersten — wird, z. B. Zink, verdünnte Salpetersäure, und in Wasser gelöste salpetersaure Alkalien.
3. Wo nur einer der zweyten Classe mit dem der ersten +, der andere aber — wird, z. B. Zinn, Wasser und Salzsäure. Bey allen diesen und ähnlichen Fällen bleibt stets in den Endgliedern der Kette, nach vorangegangener Vertheilung, Ausgleichung und erneuerter Vertheilung der Elektricität der einzelnen sich berührenden Glieder der Kette, eine gewisse aufzuhebende Differenz, deren Größe sich nach den Spannungsverhältnissen der Glieder der Kette richtet, und nur in so fern diese aufzuhebende elektrische Differenz, in der steigen Kette übrig bleibt, zeigt sich die Kette bey der Schließung als galvanisch thätiger Wirkungskreis.

III. Zwey ungleich erwärmte Stücke eines und desselben Leiters erster Classe mit einem Leiter zweyter Classe. Z. B. heißer Zink, kalter Zink und ein Froschpräparat.

IV. Ein Leiter erster Classe und zwey ungleich heiße Schichten desselben Leiters zweyter Classe, von denen die heißere Schicht den fehlenden Erreger erster Classe vertritt.

V. Zwey ungleich große und ungleich abgeglättete Stücke desselben Leiters erster Classe und ein Leiter zweyter

Classe; z. B. ein Stück cylindrisch zusammengerolltes Stanniol und ein größeres scheibenförmiges, scharfe Kanten darbietendes Stück der nämlichen Substanz und (säuerliche) Lösung der schwefelsauren Bittererde in Wasser.

VI. Zwey chemisch ungleiche, durch Erwärmung zu Leitern erhobene sogenannte Isolatoren und ein (bey deren Temperatur nicht siedender) feuchter Leiter; z. B. Schwefel, Phosphor und heißes Wasser (es erfolgt augenblicklich — oftmals unter Lichtentwickelung und Explosion — Wasserzersetzung, indem sich meistens Phosphoroxyd und Schwefelwasserstoff bildet.

VII. Drey ungleiche Leiter zweyter Classe.

VIII. Gemischte ungleiche Leiter der ersten Classe und ein Leiter der zweyten Classe. Die hierher gehörigen Fälle sind sehr zahlreich, die meisten bezeichnen sich durch Wasserzersetzung. Z. B. gephosphorter Schwefel (als Gemisch) und Wasser; Chlormetall und Wasser, Blaustoffmetall und Wasser, Amalgam (Quecksilber mit einem darin auflößlichen Metalle verbunden) und wässerige Säuren u. s. f.

IX. Gemischte feste Leiter von sehr ungleicher Leitungsgüte und flüssige Leiter zweyter Classe, z. B. Schwefelmetalle und Wasser oder wässerige Säuren (z. B. Schwefeleisen und Wasser), Schwefelmetalloxydule (mehrere sogenannte Schwefellebern) und Wasser, Hefe (ein schwacher Elektromotor) und Zuckerwasser.

X. Gemischte Leiter ungleicher Classen der ungleichen Wirkung strahlender Potenzen preis gegeben; z. B. wässeriges sogenanntes Hornsilber dem Weißlicht oder dem verschiedenen farbigem Sonnenlichte ausgesetzt; grüne Pflanzenblätter, Wasser und Sonnenlicht, welche Sauerstoffgas entbinden; Metalloxyde, welche durch Licht, oder durch Wärme reducirt werden; Entwickelung eines Theils des Sauerstoffs der in Wasser gelösten atmosphärischen Luft durch starkes Sonnenlicht (z. B. an den in Wasser liegenden Glasfäden u. s. f.

vielleicht auch an den Dunstbläschen des Nebels und der Wolken).

XI. Die beyden ungleichnamigen Pole zweyer Magnete mit zwischen befindlichen wässerigen Leitern. Legt man zwischen den Anker und den Füßen eines armirten Magnets gefeuchtetes Rhabarberpapier, so erfolgt sehr bald Röthung desselben an beyden Polen. Aber auch schon sogenanntes unmagnetisches Stabeisen gewährt einen ähnlichen, aber schwächern Erfolg.

XII. Die freyen Elektricitäten, z. B. der Conductoren der Elektrisirmaschinen, oder der Belege einer Leidner Flasche, sofern sie in einen zersetzbaren Leiter zweyter Classe strömen.

XIII. Ungleicherschütterte Körper, welche die Erschütterung sehr zersetzlichen flüssigen Leitern mittheilen. Die hieher gehörigen, die Zersetzung des wässerigen (auf einer Klangfiguren bildenden Scheibe befindlichen) blausauren Ammoniaks betreffenden Versuche erfordern noch weitern Verfolg.

XIV. Ein Leiter erster Classe und ein Gemisch aus einem Leiter derselben Classe und einem erhitzten sogenannten Isolator; z. B. Schwefelquecksilber und Eisen.

XV. Uebereinanderschichtung von Schwefel und Metallen.

Ist die Zahl der wirkenden Glieder der Kette größer als drey, so wird jene Möglichkeit der übrigbleibenden aufzuhebenden Differenz schon wieder mehr bedingt. Eine Kette aus Wasser, Säure und Alkali, mit Zinn zwischen Wasser und Alkali würde wie dieselbe Kette ohne Säure, und mit Zinn zwischen Wasser und Säure, wie ohne Alkali, wirken, und überhaupt scheinen für alle ähnliche Fälle folgende Gesetze zu gelten: Zwey heterogene Körper durch einen oder viele derselben Classe unterbrochen, wirken wie dasselbe Paar ohne Unterbrechung; und zwey homogene Körper, durch einer der andern Classe unterbrochen, gleichen den ersten beyden ohne Unterbrechung, und diese beyden haben wiederum nur die Wirkung von einem. Eine Kette aus Zink,

Silber, Waſſer, Eiſen, Waſſer, Alkali, Säure, Waſſer, Silber, Kupfer, Bley und Zink, giebt bey der Schließung eben ſo wenig galvaniſche Action, als eine Kette aus letztern allein, oder als ein Stück Zink für ſich, wohl aber ſobald man irgendwo das Waſſer, das Eiſen oder Silber wegläßt. Bey mehr als dreygliederigen Ketten, wo keiner der erwähnten Fälle vorkommt, fehlt nur dann die Action, wenn zufällig die Spannungen, welche die Leiter der erſten Claſſe unter ſich hervorbringen, durch die Unterſchiede, die damit die Endglieder erlangen, den durch die Spannungen der Leiter der andern Claſſe unter ſich bewirkten Unterſchieden der Endglieder ihrer Reihe ſo entſprechen, daß die Unterſchiede beyder vorigen (Unterſchiede) unter einander wieder, genau die Spannungen ausdrücken, welche ſich beym Conflict der Reihe einer Claſſe mit der andern Claſſe erſt bilden, und damit Action veranlaſſen ſollten.

Nach Herrn C. H. Pfaff ein in Folge des geſtörten Gleichgewichts aufgetretener galvaniſcher Polwerth (elektriſcher Gegenſatz) in den entgegengeſetzten über, wenn die Urſache der Störung zu wirken aufhört. Pfaff nennt dieß das allgemeine Oscillationsgeſetz; wie es ſich denn auch in der That beym Polwechſel des Turmalin und bey mehreren ähnlichen Erſcheinungen als vorhanden nachweiſen läßt.

Ueber das Leitungsvermögen elektriſcher Körper für Kräfte und für Temperatur hat Hump. Davy *) einige neue Verſuche angeſtellt, welche zu ganz neuen Anſichten führen, und wovon das Weſentlichſte hier angeführt zu werden verdient. Er führt zuerſt an, daß die Grenze der Menge der Elektricität welche durch Metalle hindurch geht, das Schmelzen oder das Verdampfen des Metalls vermöge derjenigen Hitze zu ſeyn ſcheint, welche der Durchgang der Elektricität durch Körper erzeugt. Es belehrten ihn nun aber einige Verſuche, daß

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LXXI. S. 446. ff.

diese Hitze mit von der Natur des Mittels abhängt, welches den Körper umgiebt. Als er z. B. eine Volta'sche Säule durch einen Platindraht entlud, der sich in einem luftleer gemachten Recipienten befand, wurde er geschmolzen, indeß er von gewöhnlicher Luft umgeben, durch dieselbe Entladung nur eine viel geringere Temperatur annahm. Beym Nachdenken darüber kam er auf den Gedanken zu versuchen, ob sich vielleicht noch viel stärkere Entladungen als in der Luft einen Draht zu zerstören hinreichen, durch ihn, ohne ihn zu schmelzen oder zu verdampfen, sollten hindurchführen lassen, wenn er sich in einem weit dichtern Mittel, als Luft, z. B. in Aether, Alkohol, Oele oder Wasser befände. Auf diese Art würden sich, dachte er, die wahren Grenzen der Kräfte verschiedener Körper Elektricität zu leiten, und das Verhältniß dieser Kräfte zu einander ergeben.

Zwey Volta'sche Batterien, jede aus 10 Zinkplatten 4 Zoll ins Gevierte, und aus der doppelten Menge Kupferleiter bestehend reichten hin, wenn sie stark geladen waren, in der Luft einen 3 Zoll langen Platindraht von $\frac{1}{220}$ Zoll Durchmesser zu schmelzen. Als er dieselbe Entladung durch einen ganz gleichen Draht hindurchführte, der sich in Schwefeläther befand, wurde er von Gasblasen umgeben, weiter ging aber in ihm keine Veränderung vor, und er ertrug nun die Entladung von 12 Batterien derselben Art, ohne andere Erscheinungen, als die angeführten zu geben. War der Draht nur 1 Zoll lang, so wurde er durch diese mächtige Entladung in dem Grade erhitzt, daß er den Aether zum Sieden brachte, unter den Dampfblasen weißglühend wurde, und den Aether schnell zersetzte, ohne daß jedoch der Draht zum Schmelzen kam. In Oel oder Wasser wurde der Draht bey derselben Länge nur Theilweise mit kleinen Blasen bedeckt, und wurde nicht einmal rothglühend.

Ob aber auch wohl solche kurze dünne Drähte, welche man durch Kaltmachen zu schmelzen verhindert, die gesammte Elektricität mächtiger Volta'scher Batterien durch sich hindurchleiten? Um dieß zu entscheiden, machte Davy einen zweyten Schließungsbogen mittelst zweyer Silberdrähte, die er von den beyden Enden der Batterie aus im Wasser leitete, durch Zersetzung dieses Wassers mußte sich jeder Rückstand von Elektricität in der Batterie offenbaren. Auf diese Weise ergab sich, daß beym Entladen von den 12 angeführten Batterien durch einen im Wasser kalt erhaltenen, 1 Zoll langen und $\frac{1}{220}$ Zoll dicken Platindraht, ein großer Rückstand von Elektricität blieb. Und nach mehreren Versuchen fand er, daß ein solcher Draht nur hinreicht: 6 Batterien der angegebenen Art vollständig zu entladen.

Nach dem so die Grenze der Elektricitäts-Menge, welche Drähte durch sich hindurch zu lassen vermögen, bestimmt war, so ließen sich nun leicht Versuche über das Leitungsvermögen verschiedener Metalle anstellen, und über die Abhängigkeit dieses Vermögens von der Temperatur, der Masse und der Oberfläche oder Länge des leitenden Metalls. Um dieß unter möglichst gleichen Umständen zu thun, bediente er sich stets desselben verbindenden Messingdrahts von mehr als $\frac{1}{10}$ Zoll Durchmesser, und versicherte sich vollkommener Berührung desselben; ferner füllte er alle Batterien aus einer größern Masse säuerlich gemachten Wassers, und gebrauchte bey jedem Versuche denselben zweyten Schließungsbogen aus Silberdrähten, die durch Wasser unterbrochen waren, um an dem Nichterscheinen von Gasblasen an dem negativen Silberdrahte ein Kennzeichen vollständiger Entladung der mit einander verbundenen Batterien durch den ersten Schließungsbogen zu haben.

Das merkwürdigste allgemeine Resultat, auf welches ihn diese Untersuchungen geführt haben, ist dieß: Das Leitungsvermögen der Metalle verändert sich mit der Temperatur, und zwar nimmt es ab, wenn

dieſe wächſt, in irgend einem Verhältniſſe zu derſelben. Wird z. B. ein 3 Zoll langer und $\frac{1}{250}$ Zoll dicker Platindraht unter Oel kalt erhalten, ſo entladet er vollſtändig die Elektricität zweyer Batterien oder von 20 Doppelplatten, vermag aber in der Luft, in welcher ihn die Entladung erhitzt, bloß eine Batterie zu entladen.

Hierbey iſt es einerley, ob die Hitze des Drahtes durch die Elektricität ſelbſt, oder ob ſie von irgend einer andern Urſache hervorgebracht wird. Ein Platindraht z. B., der eine ſolche Länge und Dichte hat, daß er eine gewiſſe Anzahl von Doppelplatten entladet, ohne dadurch bedeutend erhitzt zu werden, verliert, wenn ein Theil deſſelben mittelſt einer Weingeiſtlampe rothglühend gemacht wird, das Vermögen, die ganze Elektricität dieſer Batterie zu entladen, wie ſich durch die ſtarke Gasentbindung zeigt, die dann in der zweyten halbſchließenden Kette vor ſich geht, und ſogleich aufhört, wenn man die Quelle der Hitze entfernt.

Davy fand hierbey Wirkungen, welche man, ſo lange man ſie nicht ſelbſt geſehen hat, faſt für ganz unmöglich halten ſollte. Hat man z. B. in einem Volta'ſchen Kreiſe einen 4 bis 5 Zoll langen, ſo dünnen Platindraht angebracht, daß die Elektricität, welche durch ihn hindurchgeht, ihn in ſeiner ganzen Länge rothglühend macht, und man bringt nun irgend einen Theil deſſelben durch die Flamme einer Spirituslampe, welche man darunter hält, zum Weißglühen, ſo erkaltet augenblicklich der Ueberreſt des Drahtes bis unter die Temperatur des ſichtbaren Glühens. Und hält man umgekehrt an irgend einer Stelle des rothglühenden Drahtes ein Stück Eis, oder treibt auf ſie einen Strom kalter Luft, ſo werden augenblicklich alle andern Theile des Drahtes viel heißer, und kommen vom Rothglühen zum Weißglühen. Die Menge von Elektricität, welche durch den Theil des Drahtes, deſſen Temperatur man von Außen ändert, hindurchzugehen vermag, iſt um ſo vieles geringer, wenn

dieser Theil heiß, als wenn er kalt ist, daß die absolute Temperatur des ganzen Drahtes durch Erhitzung eines Theils desselben vermindert, und umgekehrt durch Erkältung desselben erhöht wird.

Bey der Vergleichung der Leitungsvermögen verschiedener Metalle mit einander hat Davy weit größere Verschiedenheiten, als er erwartet hatte gefunden. Denn es entluden 6 Zoll Draht von $\frac{1}{220}$ Zoll Durchmesser der verschiedenen Metalle, die so kalt als möglich durch Untertauchen in einem Becken mit Wasser erhalten wurden, die ganze Elektricität von folgender Anzahl Plattenpaare (Zink mit doppeltem Kupfer) als der feuchte Körper aus 15 Theilen Wasser und 1 Theil Salpetersäure, wie sie im Handel vorkömmt, bestand.

Silberdraht	65 Paar
Kupferdraht	56
Zinndraht	12
Platindraht	11
Eisendraht	6

Bleydraht von $\frac{1}{220}$ Zoll Dicke auch 56 Paare, wie es schien.

Davy hatte mehrere Versuche dieser Art angestellt, allein die Resultate waren nicht genau dieselben, wiewohl sie mannichmal einander sehr nahe kamen. Bey starker Ladung der Batterien, mithin bey hoher Intensität der Elektricität, zeigten sich die besten und schlechtesten Leiter weniger verschieden, dagegen war bey sehr schwachen Ladungen ihre Verschiedenheit größer. Nach frischem Laden mit Wasser, dem auf 9 Theile 1 Theil Salpetersäure beygemischt war, entbunden Drähte von 5 Zoll Länge und $\frac{1}{220}$ Zoll Dicke, der eine von Silber, der andere von Platin, jener die Elektricität von 30, dieser von 7 der erwähnten Plattenpaare.

Das Leitungsvermögen eines Drahtes steht im verkehrten Verhältnisse seiner Länge. Dieß zeigte sich, als er von einem Drahte, der unter einer nicht leitenden Flüssigkeit getaucht war, verschiedene Längen mit mehr und weniger Plattenpaaren derselben Batterie verband.

Denn wenn z. B. 6 Zoll Platindraht von $\frac{1}{250}$ Zoll Dicke die Elektricität von 10 Plattenpaaren entlud, so entladeten 3 Zoll die Elektricität von 20 Paaren eben so geladener Platten, $1\frac{1}{2}$ Zoll die Elektricität von 40, und 1 Zoll des Platindrahtes die Elektricität von 60 solchen Plattenpaaren. Auf diese Art ergab sich ein sehr zweckmäßiges Mittel, das Leitungsvermögen verschiedener Metalle mit einander zu vergleichen. Er fand, daß beym Entladen der Elektricität von 60 Plattenpaaren gleich wirken:

1 Zoll Platindraht
6 Zoll Silberdraht
$5\frac{1}{2}$ Zoll Kupferdraht
4 Zoll Golddraht
3,8 Zoll Bleydraht
0,9 Zoll Palladiumdraht
0,8 Zoll Eisendraht

als alle diese Drähte eine gleiche Dicke hatten, und sich in einer sie kalt erhaltenden Flüssigkeit befanden

Davy hat ferner gefunden, daß in Volta'schen Säulen von der eben beschriebenen Art und Anzahl von Plattenpaaren, das Leitungsvermögen eines Drahtes für Elektricität nahe der Masse desselben direct proportional ist. Wenn z. B. eine gewisse Länge eines Platindrahtes eine Batterie entlud, so reichte von 6 mal schwereren Platindraht dieselbe Länge hin 6 solche Batterien zu entladen, wovon er sich mit zwey Platindrähten, von welchen Stücke 1 Fuß lang 1,13 und 6,7 Grän wogen, überzeugte; und der Erfolg war ganz einerley, er mochte im zweyten Falle einen einzelnen Draht von 6facher Masse nehmen, oder 6 kleine Drähte, die einander berührten, wofern nur die Drähte kalt erhalten wurden. Dieß Resultat schon allein bewies, daß das Leitungsvermögen nicht im Verhältnisse der Oberflächen steht, wenigstens nicht für Elektricität dieser Art. Noch deutlicher ergab sich dieß Resultat aus folgendem directen Versuche. Von zwey gleich langen und gleich viel wiegenden Platindrähten ließ Davy den einen flach walzen, so daß er eine 6 bis 7 mal größere Oberfläche erhielt, und verglich nun das Leitungsvermögen beyder.

In der Luft zeigte sich der abgeplattete Draht als der bessere Leiter, aus dem Grunde, weil er sich in ihr schneller abkühlte; als aber beyde Drähte von Wasser umgeben waren, ließ sich keine Verschiedenheit im Leitungsvermögen wahrnehmen.

Auch versuchte Davy aufzufinden, wie sich das Leitungsvermögen von Flüssigkeiten und von Holzkohle, zu dem Leitungsvermögen der Metalle für Elektricität dieser Art verhält. Zu dem Ende befestigte er in einem Gefäße, das bestimmt war, mit irgend einer Salzauflösung angefüllt zu werden, einander gegenüber zwey Platinblätter, in einer Entfernung von 1 Zoll von einander. Jedes dieser Blätter war 6 Zoll lang, und $1\frac{1}{5}$ Zoll breit, und wurde mit den entgegengesetzten Enden der Volta'schen Batterie in leitende Verbindung gebracht. Zugleich schloß er diese durch den silbernen Bogen mit dem Wasser-Zersetzungs-Apparate, und goß dann von einer Salzauflösung in das Gefäß so viel hinein, bis an dem negativen Silberdrahte kein Gas mehr erschien. In einigen solchen Versuchen mit der stärksten Auflösung von Kochsalz fand er, daß die ganze 6 Zoll lange Oberfläche nicht hinreichte, die Elektricität von zwey Plattenpaaren vollständig durch die Auflösung zu leiten; und eine starke Pottaschenauflösung leitete nur die Elektricität von 3 Plattenpaaren von einem Blättchen zum andern durch sich hindurch. Dagegen eine gleich lange Strecke, d. h. 1 Zoll Platindraht von nur $\frac{1}{2\,3\,5}$ Zoll Dicke 60 Plattenpaare vollständig. Das Gas, welches sich in den Flüssigkeiten an den Metallflächen entbindet, macht es unmöglich hierbey genaue Resultate zu erhalten, doch schien sich aus diesen Versuchen so viel wenigstens zu ergeben, daß das Leitungsvermögen der besten flüssigen Leiter mehrere hunderttausendmal schwächer, als das der schlechtesten Leiter unter den Metallen ist.

Von gut verkohltem dichten Buchsbaumholz wurde ein Kohlenstück, das bey $\frac{3}{10}$ Zoll Breite $\frac{1}{10}$ Zoll Dicke

hatte, zwiſchen großen Flächen Platin in den Schließungskreis gebracht, und es fand ſich, daß, wenn das Stück Kohle 1,2 Zoll lang war, es dieſelbe Menge von Elektricität entlud, als ein 6 Zoll langer Platindraht von $\frac{1}{220}$ Zoll Dicke.

Einige Verſuche, welche zum Zweck hatten, genau kennen zu lehren, wie ſich das Leitungsvermögen mit der Intenſität und der Menge der Elektricität verändert, führten zu keinem andern Reſultate, als daß die Elektricität mit deſto geringerer Schwierigkeit durch ſchlechte Leiter hindurchgeht, je größer ihre Intenſität iſt. Hierauf beruhen einige merkwürdige Erſcheinungen. In einer Volta'ſchen Batterie von ſolcher Art, daß in ihr die Menge der erregten Elektricität ſehr groß, die Intenſität derſelben aber ſehr ſchwach iſt, (man richtet z. B. die vorige Batterie ſo ein, daß ſie nur eine einzige Zinkplatte von 20 bis 30 Quadratfuß Oberfläche und eine doppelt ſo große Kupferplatte bildet, und ſie mit Waſſer füllt, dem nur wenig Säure zugeſetzt iſt), verhält ſich Kohle, die mit den andern Theilen des Schließungskreiſes nur in wenig Punkten in Berührung iſt, faſt eben ſo ſehr als ein iſolirender Körper, als Waſſer, und kommt nicht zum Glühen; und ſelbſt Platindraht wird in ihr nicht erhitzt, wenn der Durchmeſſer deſſelben kleiner als $\frac{1}{80}$ Zoll und die Länge 3 oder 4 Fuß iſt. Eine ſolche Batterie macht einen 1 Fuß langen und $\frac{1}{30}$ Zoll dicken Platindraht kaum heiß, indeß ſie einen eben ſo langen und dicken Silberdraht zum Rothglühen bringt, und eine gleiche Länge von dickern Platin- oder Eiſendraht ſehr heiß macht.

Die Hitze, welche beſtändig entſteht, wenn Elektricität von großer Intenſität durch Leiter hindurchgeht, ſteht der genauen Kenntniß der Veränderungen im Leitungsvermögen im Wege, wie folgender Verſuch zeigt. Mit einer Batterie aus 20 Paar Zinkplatten und doppeltem Kupfer, jede 10 Zoll breit und 6 Zoll hoch,

mit Wasser und Salpetersäure sehr stark geladen, so daß die elektrische Wirksamkeit von besonderer Intensität war, wurde das Leitungsvermögen von Silber und Platin in der Luft und unter Wasser geprüft. In der Luft entluden 6 Zoll Platindraht von $\frac{1}{80}$ Zoll Dicke nur 4 Plattenpaare, 6 Zoll eben so dicken Silberdrahtes aber die ganze Batterie, und dabey wurde der Platindraht in ein lebhaftes Glühen versetzt, indeß der Silberdraht beym Anfühlen kaum warm zu seyn schien. Wurde dagegen der Platindraht unter Wasser kalt erhalten, so entluden sich durch ihn 10 Plattenpaare vollständig. Ist die Elektricität von sehr großer Intensität, so hilft jedoch selbst die abkühlende Kraft der Flüssigkeiten nur wenig. So fand **Davy**, daß die Entladung einer Leidner Batterie einen dünnen Platindraht selbst unter Wasser schmelzte. Je größer die Intensität der Elektricität ist, in einem desto höhern Verhältnisse muß diesem zu Folge das Leitungsvermögen durch die entstehende Hitze vermindert werden.

Auf den ersten Augenblick könnte es scheinen, daß, wenn ein in dem Entladungskreis befindlicher Leiter in der Batterie einen Rückstand von Elektricität läßt, keine Erhöhung der Kraft der Batterie und keine Vermehrung ihrer Oberfläche eine größere Menge Elektricität durch ihn hindurchzutreiben vermöchte. Allein dieß ist keinesweges der Fall. Obgleich Salzauflösungen die sich in dem Schließungskreise einer Batterie von 20 Plattenpaaren befinden, nur einen sehr kleinen Theil der Elektricität dieser Batterie entladen, wenn die Tröge bloß bis zu $\frac{1}{4}$ mit dem säuerlichen Wasser gefüllt sind, so zeigt doch die chemische Wirkung in dem zweyten Schließungsbogen, daß viel größere Mengen von Elektricität durch dieselben hindurchgehn, wenn die Tröge ganz von Flüssigkeit angefüllt sind. Und dasselbe war der Fall mit einem Platindrahte von einer solchen Länge, daß er einen beträchtlichen Rückstand in der Batterie ließ, als nur die Hälfte ihrer Oberfläche in Wirksam-

keit kam; wurde ihre ganze Oberfläche in Wirksamkeit gesetzt, so wurde er viel heißer, und ließ dessen ungeachtet einen noch bedeutendern Rückstand zurück.

Es war schon längst bekannt, daß bey Vermehrung von gleicher Beschaffenheit die Menge der Elektricität wie die Anzahl derselben zuzunehmen scheint, daß diese Vermehrung aber nur bis zu einer gewissen Grenze Statt findet, über welche hinaus eine größere Anzahl von Plattenpaaren die Menge der Elektricität eher zu vermindern als zu vermehren scheint. So brachten die 2000 Plattenpaare der Royal Institution, wenn sie zu einer einzigen Batterie vereinigt werden, nicht so viel Draht zum Glühen, als eine einzige Batterie von 10 Plattenpaaren Zink und doppelt so viel Kupfer.

Davy bemerkt, daß dieß Resultat nicht leicht zu erklären ist, und wirft dabey folgende Fragen auf: Wird durch die Intensität die Geschwindigkeit der Bewegung der Elektricität angezeigt? oder lediglich ihre verminderte Anziehung zu der Materie, auf welche sie wirkt? und wird diese Anziehung in eben den Verhältnisse schwächer, als der Kreis den sie durchströmt, oder in welchem sie erzeugt wird, eine größere Anzahl von Abwechselungen mit schlechten Leitern enthält?

Herr Childern schriebe die Hitze, welche bey dem Durchgange der Elektricität durch Leiter entstehe, dem Widerstande zu, welcher sie in ihnen erleide, und nehme an, welches die Erfahrung bestätige, daß diese Hitze, in irgend einen verkehrten Verhältnisse zu dem Leitungsvermögen stehe. Indessen entwickele sich aber die größere Hitze beym Durchgehen der Elektricität durch die Luft, wo man den kleinsten Widerstand anzunehmen Ursache habe. Da überdem die Gegenwart von Hitze die Körper zu schlechten Leitern mache, so lasse sich eine andere Absicht aufstellen; daß nämlich die Erregung von Hitze die Unvollkommenheit des Leitungsvermögens veranlasse. Doch bevor wir nicht die Ursachen der Wärme und Elektricität und derjenigen Beschaffenheit der Materie

kennten, welche die eine errege und die andere durchlasse oder fortpflanze, würden unsere Schlüsse über diesen Gegenstand immer ohne Bündigkeit seyn.

Davy hat gleich lange und gleich dicke Drähte von verschiedenen Metallen, zugleich in den Schließungsbogen einer mächtigen Volta'schen Säule gebracht, welche so angeordnet war, daß sie als zwey Metallflächen (d. h. als eine einzige Zinkfläche und eine doppelte Kupferfläche) wirkte. Auf diese Art ergab sich, daß die Metalle in folgender Ordnung stehn, in Hinsicht der Größe der Erhitzung, welche sie durch gleiche Entladungen annehmen:

obenan Eisen	dann Gold
dann Palladium	dann Bley
dann Platin	dann Kupfer
dann Zinn	dann Silber, das unter allen sich am
dann Zink	wenigsten erhitzt.

Es erhellte ferner aus einem Versuche, bey welchem ähnliche Drähte aus Platin und aus Silber in den Schließungsbogen sich unter gleichen Mangel Oel befanden, daß die Erregung von Wärme nahe in dem verkehrten Verhältnisse als ihr Leitungsvermögen steht; denn während das Silber die Temperatur des Oels nur um 4° vermehrte, erhöhete das Platin sie um 22°. Daß endlich die Beziehungen auf die Wärme dieselben sind, welche Intensität auch die Elektricität hat, zeigte sich, als Davy Entladungen Leidner Batterien durch Drähte, welche sich unter Wasser befanden, hindurchgehen ließ; diese erhitzten sich nämlich in derselben Folge als durch Volta'sche Batterien, indem dabey Eisen eher schmolz als Platin, Platin eher als Gold und so ferner.

Eine sehr merkwürdige Erscheinung zeigt sich, wenn man eine Kette aus einander gelötheten, abwechselnden Gliedern Platindraht und 4 bis 5 mal dickern Silberdraht macht, und sie in den Schließungsbogen einer mächtigen Volta'schen Säule bringt. Es werden dann

die Glieder von Silber nicht merklich warm, alle Glieder von Platin aber kommen heftig und gleichmäßig zum Glühen. Dieß ist nach Davy ein für Untersuchungen über die Natur der Wärme wichtiger Versuch. Nimmt man an, die Wärme sey eine Materie, so ist es nicht denkbar, daß sie aus dem Platin ausgetrieben werde, da aus demselben Stück Platindraht eine unbegrenzte Menge erzeugt werden kann, d. h. so lange in einem fort, als die Elektricität erregt oder erneuert wird; und wäre sie einerley mit der Elektricität, oder ein Bestandtheil derselben, so müßte sie in einem bestimmten Verhältnisse zu der Menge derselben stehn, müßte auch in jedem Theil der Kette gleich, oder in den der Batterie nächsten Theilen am größten seyn.

Zusatz zu S. 602. Th. VI. Man hatte fast allgemein geglaubt, daß in völlig luftleeren Raume gar keine Leitung der Elektricität mehr statt finden könne. Der Herr v. Grotthuß *) hatte bemerkt, daß dichte Gasarten im Allgemeinen sich als Isolatoren verhalten, aber doch verhältnißmäßig die Glaselektricität besser als die Harzelektricität; bey einem gewissen Grade der Ausdehnung werden diese Gasarten Leiter beyder Elektricitäten, und bey einer noch größern Ausdehnung leiten sie vorzugsweise die Harzelektricität, bis endlich in vollkommen luftleeren Raume alle Leitungsfähigkeit aufhört. Bey der atmosphärischen Luft hatte Herr Dessaignes fast eben so gefunden, daß die elektrische Kraft in luftleeren Raume und in der verdichteten Luft gleichmäßig verlösche. M. s. den Artikel: Elektricität (Th. VIII. S. 504). Herr Humph. Davy β) aber hatte, durch seine scharfsinnigen Untersuchungen über die Leitungsfähigkeit mehrerer Körper veranlaßt, sich folgende Fragen aufgeworfen:

---

*) Schweigger's Journal für Chemie, Physik u. Mineralogie. B. IX. S. 330.

β) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXXII. S. 357 ff.

Ist die Elektricität eine feine elastische Flüssigkeit, oder werden die elektrischen Erscheinungen bloß durch die anziehenden Kräfte der Körpertheilchen hervorgebracht? Sind Wärme und Luft Bestandtheile der Elektricität oder sind sie Wirkungen derselben? Eine gehörige Beantwortung dieser und noch mehrerer ähnlichen Fragen würde, wie Davy richtig bemerkt, von der höchsten Wichtigkeit seyn. Es hätten zwar mehrere Physiker sehr positiv auf sie geantwortet; nur wenige derselben, welche gründlich nachzudenken gewohnt seyn, dürften jedoch die Meinung hegen, daß wir in dem jetzigen Zustande unserer Kenntnisse schon Gegebenes genug hätten, um über einen so dunkeln Gegenstand der Corpuscularphilosophie gründlich entscheiden zu können.

Es schien ihm daher, daß das Verhalten der Elektricität in einem möglichst leeren Raume, so weit sich ein solcher auf Erden darstellen läßt, mit allen diesen Fragen in inniger Verbindung stehe: Dieses habe ihn veranlaßt, einige Versuche über diesen Gegenstand anzustellen, welcher auch schon für sich von vieler Wichtigkeit sey.

Obgleich bereits mehrere Physiker dafür hielten, daß in einem luftleeren Raume sich kein elektrisches Licht hervorbringen, und kein mit Metall belegtes Glas sich darin laden lasse, so bezweifelte doch Davy diese angebliche Thatsache, und zwar aus dem Grunde, weil man jetzt wisse, daß in der Torricellischen Leere, auch wenn sie mit der größten Sorgfalt gemacht sey, sich immer noch Quecksilberdampf befinde, wenn auch von äußerst geringer Dichtigkeit. Um wo möglich, die Versuche mit der größten Genauigkeit anzustellen, suchte er dadurch alle flüchtige Materie möglichst zu entfernen, daß er den leeren Raum über einem gut geschmolzenen und schwer zu verflüchtigenden Metalle bewerkstelligte. Hierzu bedurfte er nur einer sehr einfachen Vorrichtung, nämlich einiger gebogenen Glasröhren mit einem längern und einem kürzern Schenkel. Der längere Schenkel

ist oben zugeschmolzen, und entweder mit einem eingeschmolzenen Platindraht versehen, um die Elektricität hinan oder herauszuleiten, oder statt desselben mit einer kleinen cylindrischen Kappe aus Zinn oder Platinfolie, um die Ladungsfähigkeit des leeren Raumes, wenn sie möglich wäre, zu erproben. An dem kürzern offenen Schenkel befindet sich eine messingene Fassung, in welche sich ein Hahnstück einschrauben läßt, welches durch ein bewegliches Rohr mit einer guten Luftpumpe in Verbindung gebracht werden konnte. Nachdem der zugeschmolzene längere Schenkel mit Quecksilber oder mit geschmolzenem Zinn gefüllt worden war, wurde aus dem offenen Ende des kürzern Schenkels die Luft ausgepumpt. In einigen Fällen wurde selbst, um noch genauer zu verfahren, die Röhre und der Apparat vor dem Auspumpen mit Wasserstoffgas gefüllt. Auf diese Art ließ sich ein leerer Raum von einer großen oder von einer kleinen Ausdehnung bilden, da man es in seiner Macht hatte, die Luft oder das Gas in dem obern Raume der längern Röhre so weit zu verdünnen, daß es einer Säule des flüssigen Metalls von jeder beliebigen Länge von 20 Zoll bis $\frac{1}{20}$ Zoll durch seinen Druck das Gleichgewicht hielt; und indem man so nur eine geringe Menge Metall anzuwenden brauchte, war es leichter, es von Luft zu reinigen.

Die ersten Versuche stellte Davy mit Quecksilber an. Zu dem Ende brachte er in die Röhren nur solches Quecksilber, welches kurz vorher gereiniget, und in der Röhre 6 oder 7 mal von der Spitze nach der Grundfläche und von der Grundfläche nach der Spitze ausgekocht worden war, wobey es nach dem Auskochen noch hin und her geschwenkt, und mit einem kleinen Holze an die Röhre geschlagen wurde. Auf diese Art überzeugte er sich, daß die Quecksilbersäule von aller Luft befreyet war, dabey fand aber eine Erscheinung statt, deren Ursache schwer aufzufinden war. War nämlich nur eine kurze 4 bis 5 Zoll lange Röhre genommen, so

schien zwar das Queckſilber nach dem Kochen und häufigem Bewegen anfangs ſo lange es in dem obern Theile der Röhre ſtark adhärirte, gar keine elaſtiſche Flüſſigkeit eingemengt zu enthalten; nach dem Elektriſiren aber, oder auch wenn nur das Queckſilber langſam in den verſchloſſenen Theil zurückgetreten war, bildete ſich ein kleines wahrzunehmendes Bläschen. Anfangs hielt es Davy für Luft, die, ſo ausnehmend verdünnt ſie auch ſeyn mußte, doch noch an dem Queckſilber adhärire. Aber wenn der Schenkel, in welchem die torricelliſche Leere gemacht wurde, 15 bis 16 Zoll lang war, blieb das Bläschen mehrentheils aus, verſchwand auch immer, wenn man die Röhre umkehrte und das Queckſilber mit einiger Kraft gegen das zugeſchmolzene Ende der Röhre ſtieß, zeigte ſich aber ſtets auch in einer Heberröhre mit langen Schenkeln, wenn nach langdauernden Kochen des Queckſilbers der leere Raum in einem der Schenkel hervorgebracht wurde und das Queckſilber nicht ſtark an das Glas adhärirte. Dieß überzeugte ihn, daß das Bläschen mit Queckſilberdampf erfüllt ſey, weil die gegenſeitige Anziehung der Theilchen des tropfbar flüſſigen Queckſilbers ihre wirkliche Berührung mit dem Glaſe verhinderte, außer wenn mechaniſche Kraft ſie erzwang. Und bald erhielt er dafür einen Beweis; denn wenn die Queckſilberſäule kurz war, ſo konnte er das Bläschen dadurch, daß er es mehr oder weniger ſchnell von der minder vollkommenen Leere in die vollkommenere herabſteigen ließ, vergrößern, verkleinern oder ganz verſchwinden machen; und in dieſem letztern Falle war die Adhäſion zwiſchen dem Queckſilber und dem Glaſe immer außerordentlich ſtark.

Wenn die durch das Queckſilber hervorgebrachte Leere vollkommen war, ſo hat Davy in allen Fällen dieſe für die Elektricität durchgänglich gefunden; ſie wurde ſowohl durch den gewöhnlichen elektriſchen Funken, als durch die Entladung einer Leidner Flaſche leuchtend, und das belegte Glas, welches die Röhre umgab, nahm

dabey eine elektrische Ladung an. Der Grad der Stärke dieser Erscheinungen hing aber von der Temperatur ab; war die Röhre sehr heiß, so zeigte sich das elektrische Licht in dem Dampfe mit lebhafter und sehr intensiver grüner Farbe; in dem Grade aber, als die Temperatur abnahm, verlor die Farbe an Lebhaftigkeit, und in einer künstlichen Kälte von — 20° Fahr. war das Licht so schwach, daß es sehr dunkel seyn mußte, wenn man es wahrnehmen sollte. Auch fand sich die dem Stanniol- oder Platinbelege mitgetheilte Elektricität um so stärker, je höher die Temperatur war und in 0° Fahrenh. Kälte nur äußerst schwach. Beyde Arten von Erscheinungen haben ihren Grund in der größern Dichtigkeit des Queckſilberdampfes in den höhern Temperaturen.

Während des Kochens des Queckſilbers in dem Schenkel der Röhre, in welcher der leere Raum gemacht war, zeigte sich das elektrische Licht in dem ganz reinen und dichten Dampfe dieses Metalls mit einem solchen Glanze, daß dieses ein sehr schönes Schauspiel abgab. Während der Queckſilberdampf sich zu Kügelchen verdichtete, drang die Elektricität, die durch Reiben des Queckſilbers an den Glaswänden erregt wurde, durch den Dampf in so glänzenden Funken hindurch, daß sie im hellen Tageslichte sichtbar waren.

Wenn man in die Leere über dem Queckſilber die geringste Menge verdünnter Luft hineinließ, so verwandelte sich jedesmal die Farbe des durch das Hindurchgehn der Elektricität entstehenden Lichtes, aus Grün in Meergrün; und ließ man noch mehr Luft hinein, so ging sie in Blau oder Purpur über. War die Temperatur niedrig, so wurde die Leere dadurch ein viel besserer Leiter.

Um allen Queckſilberdampf zu vermeiden versuchte Davy statt dieses Metalls eines nicht leicht zu schmelzenden Zinn-Amalgams sich zu bedienen, welches beym Erkalten in der Röhre anschoß; die Resultate blieben aber genau dieselben, wie beym Gebrauche des Queck-

silbers. Eine Leere über die leicht schmelzbare Wismuth-legirung (das Rosesche Metallgemisch) mußte er nach einigen Versuchen aufgeben; diese Legirung ist so äußerst leicht oxydirbar, daß sie die Glasröhre mit Schmuz dicht überzieht und undurchsichtig macht. Dagegen stellte er viele Versuche über schmelzendem Zinn an, welches er in kleine Stücken zerschnitt, und sogleich in die Röhre brachte, worauf diese mit Wasserstoffgas gefüllt, ausgepumpt und einer Hitze ausgesezt wurde, bey welcher das Zinn schmolz. Wenn mit dem Erhizen eine geraume Zeit unter Schütteln und Daranklopfen fortgefahren war, so erhielt er eine Säule geschmolzenen Zinns, die von aller Luft vollkommen befreyt war. Dennoch zeigte der leere Raum über dem Metall dieselben elektrischen Erscheinungen, als in Temperaturen unter o° Fahr. die über dem Queckſilber gebildete Leere. Das Licht war gelb und von der bläſſeſten Phosphorescenz, so daß es fast vollkommen dunkel seyn mußte, wenn man es gewahr werden sollte; die Wärme verstärkte dasselbe nicht merklich.

Auch stellte Davy in dem leeren Raume über Queckſilber einige Versuche über die elektrischen Anziehungen und Abstoßungen an. Zu dem Ende hatte er an dem eingeschmolzenen Platindraht zwey feine Platindrähte angehängt, die an ihren untern Enden mit zwey sehr kleinen Kügelchen aus denselben Metallen versehen waren. Es fand sich, daß diese Kügelchen, wenn der Platindraht elektriſirt wurde, in der vollkommenſten über dem Queckſilber zu bildenden Leere ſich einander eben so abſtießen, als ſie es unter den gewöhnlichen Umſtänden gethan haben würden.

Bey einigen der erſtern Verſuche hatte er das untere Ende der Queckſilberſäule durch einen Draht mit dem Hahnſtücke in leitende Verbindung geſezt, zulezt aber ließ er dieſen Draht weg, ſo daß nun Hahn und Queckſilber durch die verdünnte Luft oder das verdünnte Gas von einander getrennt waren. Dieſer Umſtand gab

ihm den Beweis an die Hand, daß die Schwäche des Lichtes in der vollkommensten Leere nicht allein in der geringern Menge der Elektricität zu suchen sey, die durch sie hindurchgeht. Denn dieselbe Entladung von Elektricität, welche in dem obern leeren Theile der Röhre ein schwaches grünes Licht erzeugte, entband in dem untern luftverdünnten Raume ein lebhaftes purpurfarbenes Licht, und gab in der Atmosphäre einen starken Funken.

Durch den Dampf des Chlorinspiesglanzes im leeren Raume ging die Elektricität mit viel glänzendern Lichte als durch den Dampf des Baumöls hindurch, und im letztern mit mehr Glanz als bey gewöhnlicher Temperatur im Quecksilberdampfe. Das Licht der Elektricität war in diesen Dämpfen von verschiedener Farbe, nämlich im Dampfe des Chlorinspiesglanzes von reinem Weiß, und im Dampfe des Baumöls roth in Purpur spielend; und in diesen beyden Fällen erzeugte sich bey dem Hindurchgehen der Elektricität eine bleibend-elastische Flüssigkeit.

Auch hat Davy einige vergleichende Versuche angestellt, um zu bestimmen, ob das Vermögen der Torricellischen Leere, die Elektricität hindurch zu lassen, oder durch sie leuchtend zu werden, bey Erkältung unter dem natürlichen Frostpunkte vermindert werde. Dieß schien bis ungefähr 20° Fahr. der Fall zu seyn, aber zwischen 20° und — 20° Fahr., der niedrigsten Temperatur, welche er mit gestoßenem Eis und salzsaurem Kalk hatte hervorbringen können, schien ihm dieß Vermögen nicht weiter vermindert zu werden; die elektrischen Erscheinungen zeigten sich, so weit es sich bestimmen ließ, hier fast von derselben Intensität als die, welche er in der Leere über geschmolzenes Zinn wahrgenommen hatte. Wirkte die Elektrisirmaschine nicht sehr kräftig, so sah man kein Leuchten beym Hindurchgehen der Elektricität durch die erkältete Torricellische Leere; daß sie sie aber doch wirklich durch sich hindurch leitete, davon

gab das Leuchten in der verdünnten Luft im andern Schenkel der Heberröhre, und das Herabsinken des Quadranten-Elektrometers am Hauptleiter der Maschine den Beweis. Bey sehr mächtiger Wirkung der Maschine sah man indeß auch oben in der Röhre ein blasses phosphorescirendes Licht, und unten am Queckſilber einen Funken und glänzendes Licht in dem wie gewöhnlich luftverdünnten Raume unter dem Queckſilber. Die erkältete Torricelliſche Leere vermochte nicht eine ſchwach geladene Leidner Flaſche mit Exploſion zu entladen, ob ſchon ſich ihre Elektricität langſam durch ſie hindurch verlor. Wenn aber die Flaſche ſtark geladen war, hatte ſie durch den leeren Raum faſt eine eben ſo große Schlagweite als durch die gewöhnliche Luft, und zeigte beym Entladen im Schatten ſichtbares Licht. In allen Temperaturen unter 200° Fahrenh. war die Leere über dem Queckſilber ein viel ſchlechterer Leiter als die ſehr verdünnte Luft, und als ſich die Röhre mit der Leere unter dem ausgepumpten Recipienten der Luftpumpe in einer Temperatur von ungefähr 50° Fahr. befand, war die Schlagweite in der Boyle'ſchen Leere 6 mal ſo groß als in der Torricelliſchen Leere über dem Queckſilber.

Aus allen dieſen allgemeinen Thatſachen erhellet nach Davy, daß das Entbinden von Licht (und wahrſcheinlich auch das von Wärme) bey den elektriſchen Entladungen hauptſächlich auf irgend einer Eigenſchaft der ponderablen Materie, durch die ſie hindurchgehe, beruhe. Dieſe Thatſachen bewieſen jedoch auch, daß ein Raum, in welchem ſich eine kaum noch anzugebende Menge dieſer Materie befinde, fähig ſey, die elektriſchen Erſcheinungen zu zeigen; und in dieſer Hinſicht begünſtigten ſie die Vorſtellung, daß die elektriſchen Erſcheinungen von einer oder mehreren ſehr feinen Flüſſigkeiten hervorgebracht werden, deren Theilchen ſich einander abſtoßen, von aller andern Materie aber angezogen werden. In einer ſo abſtracten Materie laſſe ſich indeß mit Evidenz nichts beweiſen. Man könne ſich entweder mit

Hoock, Huygens und Euler, in ihren Hypotheſen vom Lichte, vorſtellen, daß eine ätheriſche Flüſſigkeit den ganzen Weltraum erfülle, und daß auf ihr die elektriſchen Wirkungen beruhen, oder annehmen, daß durch die poſitiven und die negativen elektriſchen Zuſtände die Kraft der Dämpfe der Körper da, wo ſie vorhanden ſeyn, vermehrt werden. Für dieſe letzte Meinung laſſe ſich eine Thatſache anführen, die er ſehr oft wahrgenommen habe, wenn er, um eine Volta'ſche Batterie in der Boyle'ſchen Leere zu entladen, in ihr einen Platindraht oder einen Streifen Kohle mit Queckſilber in Berührung brachte. Anfangs müſſe man dieſe Leiter der Oberfläche des Queckſilbers ganz nahe bringen, könne ſie dann aber bedeutend von ihr entfernen, weil nun die Elektricität durch den Dampf hindurch geleitet werde, der ſich durch ihre Wirkung aus dem Queckſilber oder der Kohle gebildet habe. Zwiſchen zwey nicht flüchtigen metalliſchen Entladern z. B. zwiſchen einem Platin- und einem Eiſendrahte, vermöge dagegen die galvaniſch-elektriſche Entladung immer nur durch einen ſehr kleinen Raum hindurch zu gehen, und laſſe ſich nicht als ein fortdauernder Strom erhalten.

Der Umſtand, daß, wenn man den leeren Raum über dem Queckſilber allmählig immer mehr erkältet, die Stärke des elektriſchen Lichtes in dieſem Raume immer mehr abnimmt, bis zu einer Temperatur, bey der der Queckſilberdampf faſt unendlich dünn ſeyn muß, und daß es dann unverändert bleibt, ſcheint der Meinung zu widerſprechen, daß dieſes Licht von Dampfe herrühre, der darin vorhanden ſey und immerfort aus dem Queckſilber aufſteige. Noch zweydeutiger ſind in dieſer Hinſicht die Verſuche mit geſchmolzenem Zinn; denn da Zinn ſich im leeren Raume nicht zum Kochen bringen läßt, ſo ſollte man vermuthen, daß es etwas von der verdünnten Luft oder dem verdünnten Waſſerſtoffgas, mit dem es geſchmolzen in Berührung war, eingeſogen, und dann wieder hergegeben habe. Wollte man indeß die-

ses annehmen, so müßte ein solches Gas doch wenigstens eben so stark als der Dampf des erkälteten Queckſilbers verdünnt gewesen seyn, und es läßt sich schwerlich glauben, daß es dann noch fähig gewesen sey, ein so intensives Licht herzugeben, wie sich in dieser Leere beym Durchgehn der Elektricität einer Leidner Flasche, die durch sie entladen wurde, zeigte.

Bedenke man, welche intensive Hitze durch die Elektricität erzeugt werde, welche mächtige anziehende Kräfte entgegengesetzte elektrische Oberflächen auf einander äußerten, und wie schnell ihr Zustand sich verändere, so scheine es nicht unwahrscheinlich zu seyn, daß die Theilchen, welche von der abstoßenden Kraft des Wärmestoffs von der Oberfläche der Körper losgerissen den Dampf bildeten, ebenfalls durch die Macht der elektrischen Kräfte ihnen entrissen wurden, und, wenn ihre entgegengesetzten elektrischen Zustände sich zerstörten, leuchtende Erscheinungen in dem leeren von aller andern Materie freyen Raume hervorbringen könnten.

Wenn die elektrischen Funken in tropfbaren Flüssigkeiten hervorgebracht werden, so entbindet sich beständig Gas oder Dampf. In den elastischen Flüssigkeiten ist die Stärke des elektrischen Lichtes stets um so größer, je dichter das Mittel ist. Aus diesen Thatsachen geht nach Davy klar hervor, daß man die leuchtenden Erscheinungen als secundäre zu betrachten habe, indeß die Anziehungen und Zurückstoßungen unter die unveränderlichen Erscheinungen erster Classe der Elektricität gehören, weil sie unter allen Umständen sich gleichförmig zeigen, in dünnen wie in dichten Mitteln und im leeren Raume, bey festen wie bey tropfbar flüssigen und gasförmigen Körpern; diese Anziehungen und Zurückstoßungen mögen übrigens von den specifischen Eigenschaften einer feinen und imponderabeln Flüssigkeit, oder von den Eigenschaften der Materie abhängen.

Herr Davy scheint durch die Resultate seiner neuern Versuche die vormalige Meinung über die Natur der

Elektricität geändert zu haben, welche er in seinen Elements of Chemistry geäußert, und zur Erklärung der Erscheinungen angewendet hatte. Bey den angeführten Versuchen, bey welchen Davy die Elektricität durch den leeren Raum leitete, scheint er nicht die geringste auf das Leitungsvermögen des Glases für Elektricität gerechnet zu haben, welches kein absoluter Leiter ist. Es hat daher Herr Davy ganz richtig bemerkt, daß sich in einer solchen verwickelten Sache nicht mit Sicherheit beweisen lasse. Indessen geben diese seine schönen Versuche hinreichend zu erkennen, was für Schwierigkeiten bey solchen feinen Untersuchungen über das verschiedene Leitungsvermögen der Körper für Elektricität zu berücksichtigen sind.

Leuchtende Körper (Zus. zu S. 623. Th. VI.). Herr Scheppard *) hat einige Versuche mit dem Johanniskäfer angestellt, deren Resultate im Wesentlichsten folgende sind. Das Licht der leuchtenden vom Johanniswürmchen getrennten Materie erlosch augenblicklich in camphorirten Weingeist. Als das ganze Thier, an welchem die leuchtenden Organe der einen Seite unverletzt waren, in die Flüssigkeit getaucht wurde, so dauerte das Licht mit allmähliger Abnahme fünf Minuten lang fort, obgleich das Thier selbst schon nach einer Minute kein Zeichen des Lebens mehr äußerte. Nach der Ausnahme der phosphorischen Substanz aus einem lebendigen Käfer heilte die Wunde in zwey Tagen, und der Behälter füllte sich wieder mit leuchtendem Saft. Dieser trocknete außerhalb des Körpers des Insektes sehr schnell zu einer glänzenden, dem Gummi ähnlicher Substanz mit Verlust des Lichtes, das zwar durch Befeuchtung mit Speichel wieder hergestellt wurde, aber beym Trocknen desselben wieder verschwand. Die aus mehreren Käfern genommene leuchtende Substanz fuhr im flüssigen

*) Schweigger's Journal für Chemie u. Physik. B. XXIX. S. 86.

Arabischen Gummi eine Viertelstunde lang fort zu glänzen.

Herr Macartney *) hatte die Meinung des Herrn Carradori und anderer, daß das Johanniswürmchen und andere Gattungen leuchtender Insekten das Vermögen besäßen, die leuchtende Substanz unter ein Membran zurückzuziehen, und so ihr Licht zu schwächen, oder ganz unsichtbar zu machen, nicht bestätigt gefunden. Nach seinen Erfahrungen liege vielmehr die Substanz, welche das Licht gebe, gleichförmig an durchsichtigen ihnen entsprechenden Theilen des Schildes des Insektes an, und könne von ihnen nicht bewegt werden. Auch würde eine Haut das Licht nur wenig schwächen und nie unsichtbar machen können. Kein sichtbarer Mechanismus regulire die Art und Stärke des Leuchtens, sondern beyde hingen, so wie die Lichterzeugung selbst, von irgend einer nicht zu erforschenden Veränderung in der leuchtenden Materie ab, welche in gewissen Thieren eine einfache Wirkung des organischen Lebens sey, in andern aber von dem Einfluß des Willens abhänge.

Bey den Zerlegungen lichttragender Insekten fand nach seiner Versicherung Herr Macartney in keinem die Lichtorgane besser, oder auf eine verschiedene Weise als in den nicht leuchtenden Arten mit Nerven, auch nicht mit besondern Lichtwegen versehen. Ueberdem besitzen das Vermögen zu leuchten eine Menge von Thieren, die keine Nerven haben, und hierin unterscheide sich wesentlich das thierische Licht von der thierischen Elektricität.

In den meisten leuchtenden Thieren hänge die Erzeugung des Lichtes von der Gegenwart einer flüssigen Materie ab, welche sich bey manchen über den ganzen Körper ergieße; sie sey aber so fein, daß sie sich selbst mit einer Loupe nicht auf dem hellsten Glase thauartig wahrnehmen lasse.

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXI. S. 1. u. f. S. 119 ff.

Die Herren Joſ. Banks, Horsburg, Macartney, Tileſius und andere haben auf ihren Reiſen zur See eine zahlloſe Menge leuchtender Seethiere wahrgenommen, wovon ein jedes auf ſeine eigene Weiſe leuchtet, ſo wie es die Geſtalt derſelben, ihre ſehr verſchiedene Organiſation, und ihre Reſpirations-Organe mit ſich bringen, welche das Licht auszuhauchen ſcheinen. Nach Herrn Tileſius iſt das Licht, welches dieſe Thiere von ſich geben, eine Folge der Anſtrengung ihrer Reſpiration. So wie wir durch Anſtrengung ſchneller warm werden und ſchneller athmen, ſo hauchen ſie durch ihr ſchnelleres Athmen mehr Licht aus. Im Zuſtande vollkommener Ruhe leuchten ſie gar nicht. Das Licht dieſer Thiere ſinkt mit der Lebenskraft und verſchwindet mit dem Leben zugleich im Tode ganz.

Macartney glaubte daher, daß die Urſache des Leuchtens der leuchtenden Thiere, weder von einer Art von Fäulniß abhänge, noch ein wirkliches Verbrennen der leuchtenden Subſtanz, ähnlich dem des Phosphors, ſey, noch daß es unter beſondern Umſtänden angehäuft und latent gemacht, und dann wieder ſichtbar entbunden werden, noch daß es vom ausgeathmeten Phosphor-Waſſerſtoffgas, welche in der Berührung mit atmoſphäriſcher Luft leuchte, herrühren könne; vielmehr war er mit Brugnatelli der Meinung, daß die leuchtenden Thiere das beſondere Vermögen beſäßen, allmählig Licht aus andern Körpern einzuziehen, und dieß dann wieder in ſichtbarer Geſtalt durch Secretion auszuſcheiden.

Aus allen ſeinen Beobachtungen und Verſuchen über die verſchiedenen leuchtenden Thiere ergaben ſich nach Macartney folgende Reſultate:

1. Die Eigenſchaft zu leuchten findet ſich nur in Thieren von der niedrigſten oder einfachſten Organiſation, und die mehreſten der leuchtenden Thiere ſind Bewohner des Meeres.

2. Die leuchtenden Thiere beſitzen das Vermögen Licht auszuſenden, nicht beſtändig, ſondern im Allgemei-

nen nur zu gewissen Perioden, und in einem besondern Zustande des thierischen Körpers. Nach Tilesius tritt das Leuchten der Seethiere gewöhnlich in wärmern Meeren nach einer Windstille ein, bey welcher diese Thierchen an die Oberfläche kommen; Abends pflege ein frischer Wind auf diese Windstille zu erfolgen, alsdann erschienen die Funken sogleich an der Oberfläche, so wie die Wellen vom Winde bewegt würden. Das Licht dieser Thiere werde also von der Bewegung entwickelt, oder vielmehr durch die Reaction oder Anstrengung der Thiere, indem sie der Bewegung des Wassers entgegenstrebten, um sich in ihrer Lage zu erhalten. Je größer diese Anstrengung sey, desto heller glänze das Licht, welches sie ausströmten. Ihm sey es sehr wahrscheinlich, daß es aus einem Phosphor-Wasserstoffgas bestehe, welches sie aushauchten.

3. Das Vermögen Licht hervorzubringen, hat seinen Sitz in einer besondern Substanz oder Flüssigkeit; diese besteht bey einigen leuchtenden Thieren in einem besondern Organe, in andern ist sie durch den ganzen Körper des Thieres verbreitet. Diesen widerspricht Tilesius, und glaubt vielmehr, daß das Respirations-Organ in ihnen das Licht hervorbringende Organ sey, und schwerlich sey ein solches Thier zu finden, bey welchem sich das Licht über den ganzen Körper verbreite.

4. Das Leuchten ist verschieden bedingt, wenn die leuchtende Substanz sich in dem lebenden Körper, und wenn sie sich außerhalb desselben befindet. Im erstern Falle ist es intermittirend, d. h. es wechselt ab mit Zeiträumen des Nichtleuchtens, und wird gewöhnlich durch Muskelkraft erzeugt und durch sie vermehrt, hängt auch zuweilen ganz von dem Willen des Thieres ab. Im zweyten Falle dauert das Leuchten gewöhnlich bis zum Erlöschen ununterbrochen fort, und läßt sich dann unmittelbar durch Reibung, Stoß und Anwendung von Wärme wieder erwecken, indeß diese Mittel auf leuchtende Materie im lebenden Thiere nur indirekt durch

Reizung des Thieres wirken. Tilesius erinnert gegen dieses Resultat, daß Macartney das Leuchten der Landthiere und Seethiere unter einander werfe, ohne zu bedenken, daß jene in der Luft, diese im Seewasser athmen und leuchten; daß beyde ganz heterogene Geschöpfe sind, und in Substanz, Bestimmung, Eingeweide und Lebensart gänzlich von einander abweichen. Sey aber das Licht ein Produkt ihrer Lebenskraft und Respiration, so müsse, da die eine in der Luft, die andere im Meerwasser vor sich gehe, ihr Licht auch ganz verschieden bedingt seyn. Von dem Willen des Thieres sey das Leuchten wohl nicht anders, und in keinem andern Sinne abhängig, als in so fern das Thier sich selbst anstrengen wolle; d. h. das Leuchten sey gar nicht von dem Willen, sondern von dem stärkern Athemholen, von der größern Anstrengung, zu welcher sich das Thier entschließe, abhängig.

5. In allen Fällen ist die leuchtende Materie in ihren Eigenschaften von den des Phosphors sehr verschieden, da sie unentzündbar ist, das Vermögen zu leuchten verliert, wenn sie ausgetrocknet oder erhitzt wird, nichts an Gewicht durch das Leuchten einbüßt, mag dieß auch noch so lange dauern, und da ihr Leuchten nicht die Gegenwart von Sauerstoff erfordert, und auch in andern Gasarten fortdauert. Diesem Resultate widerspricht Tilesius gänzlich; es lasse sich durchaus nicht mit Bestimmtheit behaupten, der leuchtende Stoff sey nicht phosphorischer Natur; in der Wärme leuchteten die Thiere besser als in kalten Himmelsstrichen.

6. Das Leuchten wird in den lebenden Thieren nicht erschöpft durch lange Fortdauer oder häufige Wiederholung, noch verstärkt durch ein vorhergehendes Aussetzen an das Tageslicht; es ist also von keiner äußern Quelle abhängig, sondern inhärirt als eine Eigenschaft einer besonders organisirten thierischen Substanz oder Flüssigkeit, und ist denselben Gesetzen als alle übrigen

Funktionen in lebenden Wesen unterworfen. Tilesius widerspricht diesem Resultate gänzlich.

7. Die Eigenschaft zu leuchten scheint nicht mit der thierischen Oekonomie des leuchtenden Thieres in Zusammenhang zu stehen, ausgenommen in den fliegenden Insekten, welche durch dieses Mittel des Nachts einander zur Begattungszeit auffinden.

Auch haben die Herren Placi-Heinrich α) mit Leuchtkäfern und v. Grotthuß β) mit der Lampyris italica in Rom mehrere Versuche angestellt. Letzterer beobachtete, daß der Leuchtkäfer, unter Wasser gebracht, einige Stunden lang fortleuchtet; in der ersten Viertelstunde verminderte sich nicht einmal das Licht. Unter Oel aber erfolgte das Verlöschen viel geschwinder. Eben so verlöscht das Licht im Wasserstoffgas, im kohlensaurem Gas und im salpeterhalbsaurem Gas, wenn diese im pneumatischen Apparate mit Wasser gesperrt sind. Nimmt man das Insekt kurze Zeit nach dem Verlöschen aus einer dieser Gasarten heraus, so entsteht seine Phosphorescenz durch die bloße Berührung der atmosphärischen Luft von neuem. Wenn diese aber auch so weit getilgt ist, daß sie sich selbst im Sauerstoffgas nicht wieder zeigt, ja wenn selbst der Käfer tod ist, so kann sie dadurch in einem ganz besondern Glanze wieder hergestellt werden, wenn man das Insekt in die rothe Dämpfe bringt, welche sich aus einer mit rother rauchenden Salpetersäure gefüllten Flasche entwickeln. Sobald diese Dämpfe den Bauch des Insektes berühren, wird dieser leuchtend und verbreitet eine grünliche Phosphorescenz, welche schnell zunimmt, bis zu dem Grade, daß sie blendend wird, dann im Verhältniß der Zunahme allmählig wieder abnimmt, bis sie gänzlich verschwindet. Diese so schöne Erscheinung dauert

α) Die Phosphorescenz der Körper ꝛc. Dritte Abhandlung S. 357. ff.

β) Physische chemische Forschungen. 1820. 4. I. S. 111.

aber nicht länger als eine Minute, und es ist nachher nicht mehr möglich, durch irgend ein Mittel die Phosphorescenz wieder zu erwecken.

Da von den verschiedenen Beobachtern über den Grund des Leuchtens der Leuchtkäfer so auffallende Verschiedenheiten aus ihren Beobachtungen und Versuchen gefolgert worden waren, so unternahm es in den neuesten Zeiten Herr J. Macaire *), neuere Versuche über diesen Gegenstand anzustellen, ohne jedoch einen allgemeinen Grund der unter verschiedenen Umständen beobachteten Erscheinungen aufzustellen. Die vorzüglichsten Resultate der von Macaire angestellten Beobachtungen sind folgende. Das Phosphoresciren der Leuchtkäfer hängt großen Theils von ihrer Willkühr ab. Geräusch und Bewegung scheinen, wenn auch nicht immer, doch oft das Insekt zum Verdunkeln seines Lichtes zu veranlassen. Eben so ein plötzlicher Schlag den es erhält, indeß sich das Leuchten zu vermehren scheint, wenn man den Leuchtkäfer einige Zeit mit wiederholten leichtern Stößen beunruhigt. Mangel an Nahrung, Gewitter, das Donnern, und das Licht einiger Kerzen schienen keinen merklichen Einfluß auf die freywillige Phosphorescenz zu äußern. Dagegen zeigt das Sonnenlicht eine sehr bestimmte Einwirkung darauf; denn mehrere Male fand Macaire, als er eine vor dem Tageslichte wohl verwahrte Schachtel, in welche er einige Leuchtkäfer gebracht hatte, in der Nacht öffnete, diese äußerst selten leuchtend; als er aber die Schachtel statt mit dem Deckel mit einer Glasplatte verschloß, und die Leuchtkäfer dem Einflusse des Sonnenlichtes aussetzte, leuchteten sie des Abends mit hellem Lichte. Wenn der Leuchtkäfer sein Licht freywillig verdunkelt, so findet sich immer, daß das Phosphoresciren nach und nach abnimmt, und zwar fängt dieses Abnehmen von dem vordersten dem Kopfe nächsten Ringe an, und geht von hier aus nach

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXX. S. 265 ff.

und nach weiter. Zuweilen ist die Verdunkelung vollkommen, zu einer andern Zeit bleibt ein schwaches Licht an beyden Punkten des Endringens zurück.

Ein gewisser Wärmegrad ist zur freywilligen Phosphorescenz der Leuchtkäfer erforderlich. Bey 33° Reaum. glänzte der Leuchtkäfer am stärksten. Bald darauf starb aber das Thier, indeß verschwand die Phosphorescenz nicht; erst bey 46° Wärme hörte das Leuchten auf. Bey diesem Versuche ward aber der Käfer unter das Wasser gebracht. Dieselben Erscheinungen finden statt, wenn man die Luftkäfer nicht unter Wasser, sondern an freyem Feuer oder in Sand erhitzt, nur hört dann das Leuchten bey einem geringern Grade von Wärme auf. Durch ein Brennglas verdichtete Sonnenstrahlen zeigen dieselbe Wirkung; das Leuchten erscheint in ihnen auf der Stelle. Das Gegentheil von allem diesen zeigt sich, wenn man ein freywillig leuchtendes lampyris dem Einfluß einer künstlichen Kälte aussetzt; das Leuchten vermindert sich nach und nach, und verschwindet, sobald die Temperatur unter 10° Reaum. fällt. Das Thier stirbt ungefähr bey 0°.

Auch nach dem Tode dauert die Phosphorescenz des Insektes fort. Trennt man den Kopf einer freywillig leuchtenden lampyris oder die drey leuchtenden Ringe ab, so wird das Licht nach und nach schwächer, und nach 5 Minuten ist es völlig verschwunden; aber nach einigen Minuten erhalten die leuchtenden Ringe wieder Bewegung, und die Phosphorescenz erscheint von neuem, aber mit immer weit geringerm Glanze, und hält schwach 2 bis 3 Tage an; erst beym Erwärmen des Thieres erhält das Licht wieder Glanz, und ein lebhaftes Phosphoresciren tritt dann auf der Stelle ein. Diese Erscheinung läßt sich, so oft man will, während 2 bis 3 Tagen wiederholen; später kann man sie nicht wieder hervorbringen. Auf gleiche Art erhält auch ein natürlich gestorbener Leuchtkäfer während dessel-

den Zeitraums eine schwache im Dunkeln sichtbare Phosphorescenz.

Bringt man eine leuchtende lampyris unter Wasser, so hört sie, wenn sie lebt, nach einigen Minuten, wenn sie tod ist, nach 1 bis 2 Stunden auf zu leuchten, und dieses Verschwinden des Lichtes ist eine Folge der Erkältung durch die Flüssigkeit. Denn je niedriger die Temperatur des Wassers ist, um so schneller erfolgt die Wirkung, indeß Wasser von 25° Wärme die Phosphorescenz sehr lange erhalten kann; und wenn man einen durch Eintauchen in Wasser getödteten Leuchtkäfer erwärmt, so erscheint das Leuchten von neuem. In Alkohol dagegen stirbt die lampyris nach 2 Minuten und in einer Mineralsäure wenn sie concentrirt ist, plötzlich, und durch Erwärmung wird sie niemals wieder leuchtend.

Im luftverdünnten Raume hört das Leuchten der lampyris auf, indessen verliert sie aber ihre Leuchtkraft nicht. Im Sauerstoffgas so wie im oxydirten Stickgas leuchten die Käfer stärker, als in atmosphärischer Luft, nach einiger Zeit erlöscht aber das Licht. Im Chloringas stirbt der Leuchtkäfer augenblicklich, und dann erscheint beym leichten Erwärmen statt des gewöhnlichen gelbgrünen ein röthliches, bisweilen schön rothes Leuchten, das aber bald wieder verlöscht. Im Wasserstoffgas, kohlensauren Gas, schwefligtsauren Gas, Kohlenwasserstoffgas und Salpetergas verlöscht das Leuchten, und kehrt durch die Wärme nicht zurück.

Dunkele Leuchtkäfer, der Einwirkung des elektrischen Stromes einer Elektrisirmaschine ausgesetzt, erlitten keine bemerkbare Veränderung, so wie auch ein starker Entladungsschlag einer Leidner Flasche kein Leuchten in ihnen hervorbrachte. Dagegen wurde ein lebendiger dunkler Leuchtkäfer in dem Volta'schen Strom einer geschlossenen Säule schwachleuchtend. Als der Kopf einer lampyris abgeschnitten, und durch die Schnittfläche der leitende Draht des einen Pols der Säule bis

zu den drey leuchtenden Ringen geschoben ward, so entstand bey geschlossener Kette das lebhafteste Licht, besonders wenn der galvanische Strom den untern Theil des Hinterleibes, wo sich das leuchtende Organ befindet, durchzog.

Was die leuchtende Substanz betrifft, welche das Innere der drey letzten Hinterleibs-Ringe einnimmt, so ist diese gelblich weiß, schwach durchsichtig, und wird durch das Trocknen undurchsichtig und hört alsdann zu leuchten auf. Nach Macaire's Untersuchungen scheint diese leuchtende Materie im Wesentlichsten aus Eyweiß, in einem Zustande von halber Durchsichtigkeit zu bestehen, das Verschwinden des Lichtes aber auf Congulation dieses Eyweißes und auf Uebergang desselben in den undurchsichtigen Zustand zu beruhen.

Ueber das Leuchten vegetabilischer und animalischer Substanzen haben unter andern besonders die Herren Dessaignes und Heinrich sehr merkwürdige Beobachtungen und Versuche angestellt. Die Hauptresultate der von letzterm *) mit den verschiedenen Holzarten angestellten Versuchen sind folgende:

1. Alle Holzarten und alle Theile eines hartstämmigen Baumes sind des Leuchtens fähig, so weit sich dieß aus den Versuchen schließen läßt, die mit Holztheilen aller Arten und Gattungen angestellt werden.

2. Die Phosphorescenz tritt vor der Fäulniß des Holzes ein, dauert aber noch während der Fäulniß fort; indeß liefert doch das nicht faule Holz genauere Resultate.

3. Um den Lichtprozeß einzuleiten, wird ein gewisser Grad von Feuchtigkeit und Hemmung des freyen Luftzuges erfordert. Durch Austrocknen kann man dem Holze die Fähigkeit zu leuchten benehmen, durch An-

*) Die Phosphorescenz der Körper u. s. f. Dritte Abhandlung, und Schweigger's Journal für Physik u. Chemie. B. XXX. S. 218 ff.

feuchten wieder geben, aber durch ein Uebermaaß an Näſſe wird die Art von Gährung, worin ſich das phosphorescirende Holz befindet, gehemmt, und ſelbſt durch Wegſchwemmen des Leuchtſtoffs zerſtört.

4. Die Phosphorescenz, wenn ſie einmal angefangen, hält ſich an keinem beſtimmten Grad der Temperatur; ſie kann wenigſtens vom Gefrierpunkt des Waſſers bis zum Siedpunkt aushalten.

5. Das Licht entwickelt ſich aus den Säften und nicht aus der Holzfaſer. Während der Phosphorescenz entwickelt ſich Kohlenſäure und Waſſerſtoff, und das Holz verliert diejenigen Beſtandtheile, welche das Band der Holzfaſern ausmachen, alſo den Schleim, das Gluthen und das Verbrennliche des Harzes.

6. Soll das Leuchten ſeinen regulären Gang halten, ſo iſt Daſeyn und Erneuerung athembarer Luft ſchlechterdings nothwendig; dieß ging aus den Verſuchen hervor, die mit dem phosphorescirenden Holze in verſchiedenen tropfbar- und elaſtiſch-flüſſigen Medien angeſtellt wurden.

7. Außer dem Holze können auch verſchiedene andere, und wie es ſcheint, die meiſten vegetabiliſchen Subſtanzen zu einem gewiſſen Grade der Phosphorescenz gebracht werden, z. B. Kartoffeln, Melonen, Rüben und Kohlarten, Zwiebeln, Beeren größerer Art, und vorzüglich alle Früchte, welche Mehl geben. Selbſt während der Vegetation leuchten einige Gewächſe, wie die Schwämme und das Moos. Das bekannte nächtliche Blitzen der Ringblume und des Dictamnus albus ſcheint mehr phosphorescirender als elektriſcher Natur zu ſeyn.

8. Das Leuchten der phosphorescirenden Pflanzenkörper iſt ein äußerſt ſchwaches und in einem Minimum atmoſphäriſcher Luft noch vor ſich gehendes Verbrennen.

9. Das leuchtende Holz iſt ein ſchwacher Luftzünder (Pyrophor).

10. An diesem Leuchten hat der Phosphorstoff häufig einen Antheil.

Uebrigens ist das Leuchten des Holzes die merkwürdigste aller Phosphorescenzen; sie übertrifft selbst Kunkel's Phosphor; denn sie verfolgt noch bey 0° Reaum. ihren ordentlichen Gang, und nicht weniger in solcher Luft, in welcher Phosphor bereits erloschen ist.

Nach Herrn Heinrich ist das schwache Leuchten des Holzes dem Selbstentzünden feuchter Vegetabilien, wenn sie in Masse angehäuft sind, ähnlich. Der beyderseitige Unterschied liegt bloß in einem höhern und niedrigern Grade des Verbrennens; und dieser steht in unserer Willkühr. Warum dichtes Stammholz beym schwachen Leuchten stehen bleibt, liegt im consistenten Bau der Substanz, wovon nur die Außenfläche mit Luft und Feuchtigkeit in Berührung kommt; man verwandele es in Sägemehl, und es wird, wenn wir wollen, in Flamme ausbrechen, gerade wie feuchtes Heu, Stroh u. dergl.

Uebrigens ist das schwache Leuchten des Holzes nach Heinrich eine Folge der unmerklichen Entwickelung des gephosphorten Wasserstoffgases. Von diesem Gase überhaupt kann wohl kein Zweifel seyn, indem es mannichmal schon bey der mechanischen Theilung, wenn sie durch Wärme unterstützt wird, aus den Vegetabilien entweicht; daher das Feuerfangen des Mehlstaubes im Mehlbeutel der Getreidemühlen, wenn man sich mit einem Kerzenlicht nähert. Noch ein anderes merkwürdiges Faktum erklärt sich hieraus; wenn man ein beträchtliches Stück Eisen in einen feuchten Heuschober legt, so ist die Selbstentzündung unvermeidlich.

An diesen und ähnlichen Erfahrungen geht zwar die Entwickelung des Wasserstoffgas bey der Auflösung vegetabilischer Substanzen unleugbar hervor; auch läßt sich für jedes einzelne Faktum der Grund des Feuerfangens angeben; allein bey dem äußerst schwachen Leuchten des Holzes reicht man damit nicht aus; das Selbst-

entzünden bleibt unerklärt, wenn man nicht gephosphortes Wasserstoffgas zu Hülfe ruft. Daß sich aber der Phosphor ebenfalls im Pflanzenreiche befindet, daran zweifelt wohl jetzt niemand mehr.

Was nun die Phosphorescenz des Thierreiches betrifft, so bemerkt Herr Heinrich nach den gemachten Erfahrungen:

1. Nackte Würmer, Schaalthiere und Fische sind die drey Hauptabtheilungen leuchtender Seegeschöpfe; die ganze erste Abtheilung leuchtet bereits lebendig, die zweyte theils lebendig theils tod, die dritte erst nach dem Tode.

2. Zwischen dem Leuchten lebender und todter Seethiere zeigt sich ein merkwürdiger Unterschied; jenes stellt sich immer am bestimmten Theile des Thieres vorzüglich schön ein, und endigt mit dem Leben; dieses verbreitet sich über alle weichen Theile, kommt erst nach dem Tode zum Vorschein und ist nicht so lebhaft. Das erstere steht in Verbindung mit dem Athmen und andern Prozessen.

3. Ganz verschiedene Seegeschöpfe zeigen oft eine auffallende Aehnlichkeit aller Umstände des Leuchtens, z. B. Meduſen, Pholaden, Makrelen.

4. Unter den Landthieren zeichnen sich vorzüglich verschiedene Würmer und Insekten durch ihr Leuchten aus, und zwar erstreckt sich bey den Erdwürmern und einigen den Würmern mehr ähnlichen Insekten das Leuchten über den ganzen Körper, bey Käfern von kräftigerm Körperbau ist es dagegen mehr örtlich, und auf gewisse Stellen eingeschränkt.

Aus allen zuverlässigsten Resultaten seiner und anderer Erfahrungen über die thierische Phosphorescenz ergeben sich nach Heinrich folgende Hauptsätze, welche jeder Meinung über dieses Phänomen und jeder Erklärung desselben zur Grundlage dienen können:

a. In allen sechs Classen des Thierreiches giebt es viele Individuen, welche die Eigenschaft besitzen im Fin-

ſtern zu leuchten; einige bereits im Leben, andere erſt nach dem Tode; einige ſtärker, andere ſchwächer, einige länger, andere kürzer.

b. So verſchieden auch die Natur dieſer Individuen iſt, ſo hält doch bey allen die Phosphorescenz in der Hauptſache denſelben Gang, und es erfolgen überall unter gleichen Umſtänden ganz ähnliche Erſcheinungen.

c. Immer geht das freywillige Leuchten der eigentlichen Fäulniß voran, und jenes nimmt ab, wie dieſes wächſt. Je geneigter übrigens die thieriſche Subſtanz zur Verweſung iſt, deſto williger ſtellt ſich, alles übrige gleich geſetzt, die Phosphorescenz ein.

d. Der freywillig ausbrechende Leuchtſtoff, was er immer ſeyn mag, hat ſeinen Sitz nicht in den feſten, ſondern in den flüſſigen Theilen des Thieres, z. B. nicht in den Knochen und der Muskelfaſer, ſondern in den Feuchtigkeiten. Jene feſten Theile bleiben während dem Leuchten unzerſetzt.

e. Der Leuchtſtoff ſcheint ſich im Innern der thieriſchen Maſchine zu entwickeln, in Verbindung mit einer klebrichten Feuchtigkeit auf die Außenfläche zu dringen, und ſo in die umgebende Luft auszubrechen; ein Beweis, daß im Innern bereits eine Zerſetzung vor ſich geht, wenn auch für unſere Sinne noch keine Spur von Fäulniß da iſt.

f. Mittelſt dieſer klebrigen Subſtanz kann man Leuchtſtoff vom thieriſchen Körper trennen, und andern Materien, vorzüglich manchen Flüſſigkeiten, z. B. dem Waſſer, der Milch, mittheilen, wodurch dieſe gleichfalls auf einige Zeit leuchtend werden.

g. Der Leuchtſtoff iſt flüchtiger als die ſchleimige Subſtanz, mit der er verbunden iſt.

h. Durch Austrocknen und gelindes Dörren phosphoriſcher Theile des Thieres kann man zwar ihr wirkliches Leuchten hemmen, aber die Fähigkeit hierzu erhält ſich und geht mittelſt einer geſchickten Anfeuchtung neuerdings in Wirklichkeit über. Durch Auslaugen hingegen

mit siedheißem Wasser wird alle Fähigkeit zu leuchten vernichtet; so auch durch starke Säuren und gesättigte Salzauflösungen.

i. Feuchtigkeit, mäßige Temperatur und Zutritt der äußern Luft haben auf diese Phosphorescenz einen entschiedenen Einfluß, und es scheint dabey ein schwacher Gährungsprozeß vorzugehen. Kein thierischer Körper leuchtet in ganz trockenem Zustande, so wie kein durch Kälte erstarrter. Keiner setzt das Leuchten fort ohne alles Daseyn atmosphärischer Luft; allein schon ein äußerst geringer Antheil dieser Luft ist hinreichend, den Leuchtprozeß lange Zeit zu unterhalten; daher er selbst in möglichst verdünntem Raume der Luftpumpe nie ganz und gar verschwindet, und sogar unter Wasser noch lange fortdauert.

k. In keiner ganz unathembarer Luftart geht dieses Leuchten vor sich. Nur von der Schwierigkeit vollkommen reine Gase zu bereiten, scheint es herzurühren, daß das Leuchten auch in mephitischen Luftarten noch eine Zeitlang aushält, wenn es schon früher angefangen hat.

l. Bey lebenden Thieren sowohl, als bey leuchtenden Flüssigkeiten ist die Bewegung dem Leuchten gedeihlich, mannichmal sogar nothwendig, vielleicht nebst andern Umständen auch darum, weil durch Bewegung der Berührungspunkt zwischen der phosphorischen Substanz und der Luft vermehrt und gewechselt wurde.

m. Durch niedrige Temperatur, wenn sie nur nicht unter dem Gefrierpunkt des Wassers fällt, wird das freywillige Leuchten der Dauer nach verlängert, der Intensität nach aber geschwächt; bey höherer Temperatur hingegen gewinnt das phosphorische Licht an Helle, und verliert zugleich an Dauer.

n. Bey den verschiedenen Gattungen leuchtender Thiere ergeben sich zwey auffallende Unterschiede: der eine in Hinsicht des Subjectes und seines Körperbaues, der andere in Hinsicht des Elementes, in welchem das Thier lebt und woraus es seine Nahrung zieht. Thiere

nämlich von sehr zartem Körperbau, ohne eigentliche Muskelfasern und Knochen, sind zu dieser Phosphorescenz so sehr geeignet, daß man sie an ihnen schon bey Lebzeiten und vollkommener Gesundheit bemerkt, was bey kraftvollen Thieren höherer Ordnung erst nach dem Tode zutrifft.

o. Nicht geringer ist der Unterschied zwischen Thieren derselben Gattung, je nachdem sie Bewohner des Meeres, der süßen Gewässer oder des festen Landes sind, indem die ersten ohne Ausnahme lebendig oder tod, und zwar mit vorzüglicher Pracht leuchten, die letztern zwey aber höchst selten freywillig und ohne Vergleich schwächer phosphoresciren. Es scheint daher, das Seewasser habe als Nahrungsmittel einen günstigen Einfluß auf das Leuchten, und es trage dazu bey, die Seethiere zum Phosphoresciren geschickter zu machen.

p. Durch Salz und schwache Salzauflösungen kann man das Fleisch solcher Thiere zum Leuchten bringen, die sich von freyen Stücken nicht dazu bequemen wollen.

q. Beym Ueberblicke des Ganzen ergiebt sich zwischen See- und Landthieren folgende Harmonie. Unter den Seethieren leuchten am schönsten und häufigsten die zarten Mollusken und Würmer: hierauf kommen die etwas kräftigern Schalthiere; dann die Fische und zuletzt, wie man vermuthen könne, die warmblütigen Thiere des Meeres, ob uns wohl hierüber noch die Beobachtungen mangeln. Unter den Thieren des festen Landes kommen gleichfalls zuerst die zarten Würmer und Insekten, hierauf die Fische und Amphibien, endlich das Fleisch der warmblütigen Thiere. Die Thiere der ersten Classe leuchten bereits lebendig, die der andern in der Regel nie anders als nach dem Tode; in der Mittelclasse giebt es einige lebendig, andere nur tod leuchtende.

r. Bey den meisten (vielleicht bey allen) lebendig leuchtenden Thieren ist das Leuchten örtlich, und, wie es scheint auch periodisch, d. h. es schränkt sich entweder

gänzlich auf einen bestimmten Theil des Körpers ein, oder es zeigt sich an gewissen Stellen vorzüglich schön, welche mit dem Lebensende verschwinden oder sich vor andern Theilen nicht mehr auszeichnen. Bey den Würmern und Insekten des festen Landes scheint es sich vorzüglich zu gewissen Jahreszeiten oder in einer bestimmten Lebensperiode einzustellen. Dieser Umstand hat auch auf das Leuchten nach dem Tode Einfluß.

Endlich bemerkt Herr Heinrich noch, daß die auffallende Aehnlichkeit zwischen dem Leuchten im Pflanzen- und Thierreiche uns berechtige, nicht allein beyde Erscheinungen auf eine ähnliche Art zu erklären, sondern sie bestärke ihm auch in der Meinung, daß beyde Prozesse auf dieselbe Art eingeleitet werden müßten. Da nun gesundes Stammholz, dicke Wurzeln der Bäume, u. dgl. unter der Erde zum Leuchten müßten vorbereitet werden, so fordere das kräftige Muskelfleisch der vierfüßigen Thiere dieselbe Behandlung: da feuchtes Heu, Baumblätter, Flachs und Hanf durch Anhäufen und äußern Druck in die zum Leuchten nöthige Gährung und Zersetzung versetzt würden, so werde dieses Verfahren auch hinreichen, das feinere Fleisch unserer Fische zum Leuchten zu bringen, wozu das zum Vorschein kommende fette Oel das Meiste beytrage; so wie denn gekämmte und mit Fett getränkte Schafwolle in Ballen gebunden nicht nur leuchte, sondern zuletzt auch verbrenne. Hiemit scheine ihm die Aufgabe vom Leuchtendmachen des Fleisches der Landthiere und Fische gelöset zu seyn.

M. s. Placi-Heinrich die Phosphorescenz der Körper ꝛc. dritte Abhandlung.

Licht (Zus. zu S. 283. Th. III.). Von der Natur, den Eigenschaften und Wirkungen des Lichtes sind in den neuern Zeiten sehr wichtige Entdeckungen gemacht worden, welche einer Erwähnung verdienen. Es ist gar keinem Zweifel unterworfen, daß das Licht gerade derjenige Stoff ist, der bey den meisten Erschei-

nungen in der Natur die erheblichſte Rolle ſpielt. Man kann ohne Zweifel mit Sicherheit behaupten, daß das Licht ein allgemein verbreiteter, alle Körper durchdringender, mithin ausſperrbarer Stoff iſt, welcher nicht die geringſten Spuren von einer Wirkung durch Anſtoß zeigt, obgleich einige dergleichen bemerkt haben wollen. Sehr wahrſcheinlich durchdringt das Licht auch den ganz leeren Raum, wovon uns wenigſtens der Durchgang deſſelben durch die Torricelliſche Leere überzeugt, wofern nicht etwa dabey unſer Auge getäuſcht wird. Da das Licht alle Körper durchdringt, ſo läßt ſich hieraus ſchon vermuthen, daß es in mehreren beſondere Wirkungen hervorbringen werde. Dieſe Wirkungen können aber von ſehr verſchiedener Art ſeyn. Einige ſcheinen das eingeſogene Licht nach und nach in der Dunkelheit wieder fahren zu laſſen und hieraus entſtehen Erſcheinungen, welche ungemein merkwürdig, und in den neuern Zeiten näher und genauer unterſucht worden ſind. M. ſ. die Artikel: Phosphoren, Pyrophorus. In andern Körpern welche dem Lichte ausgeſetzt ſind, erhöht ſich die Temperatur; noch andere, welche gegen einander eine Verwandtſchaft äußern, und in den zur Miſchung erforderlichen Verhältniſſen ſich befinden, miſchen ſich mit einander, wenn ſie dem Einfluſſe des Lichtes ausgeſetzt werden; wieder andere Körper, welche aus mehreren Stoffen zuſammengeſetzt ſind, erleiden durch das Licht eine mehr oder weniger vollſtändige Zerſetzung; in manchen Fällen erfolgen auch Miſchungen und Scheidungen zugleich; und endlich erleiden manche Körper im Lichte eine Farbenveränderung, deren Natur noch nicht gehörig ergründet iſt.

Bey allen dieſen Wirkungen findet aber ein großer Unterſchied zwiſchen ungefärbten und farbigen Lichte, und wiederum ein faſt eben ſo großer zwiſchen den gefärbten Lichtern Statt. Herr Ritter *) machte zuerſt

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. VII. S. 525. B. XII. S. 409.

darauf aufmerksam, daß im Farbenspectrum sogar jenseits des Violets noch eine chemische Wirkung, besonders auf das Hornsilber (salzsaure Silber) sich zeigt, ja nach ihm soll in dieser Stelle das Maximum der chemischen Wirksamkeit liegen. Auch versichert Herr Wollaston *) dasselbe wahrgenommen zu haben; er bemerkt nämlich, daß die Schwärzung des Hornsilbers nicht bloß in dem Raume, den das Violett einnimmt, sondern im gleichen Grade und ungefähr auf gleiche Weise außerhalb des sichtbaren Spectrums Statt habe, und daß man durch Verengerung des auf das Prisma gelassenen Lichtkegels bewirken könne, daß die Farbenveränderung fast gänzlich außerhalb des Violetts falle. Scheele hatte zuerst bemerkt, daß im Farbenbilde das Prisma die Wirkungen der rothen Strahlen auf salzsaures Silber sehr schwach und kaum bemerkbar waren, während die violetten Strahlen es schnell schwärzten. Sennebier gab sogar die Zeit an, welche erfordert wird, um salzsaures Silber zu schwärzen, im rothen Lichte auf 20′, im orangefarbenen auf 12′, im gelben auf 5′30″, im grünen auf 37″, im blauen auf 29″, und im violetten Lichte nur auf 15″. Auch Herr Berard β) bestätigte die von den Herrn Ritter und Wollaston gefundene Thatsache, daß die chemischen Wirkungen an dem violetten Rande des Spectrums am stärksten sind, und daß sie selbst ein wenig über diesen Rand hinausreichen. Außerdem aber zeigte sich, daß, wenn man einige Zeitlang die farbigen Stellen auf einige Körper wirken läßt, ähnliche Wirkungen, obgleich von immer mehr abnehmender Stärke in den indigofarbenen und in den blauen Strahlen statt finden. Um die so große Ungleichheit der Wirkungen, welche von den verschiedenen Sonnenstrahlen auf gewisse Körper erfolgen, deutlich darzustellen, concentrirte Herr Berard mittelst einer

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XXXI. S. 416.

β) Ebendaselbst B. XLVI. S. 384.

biconveren Linse die eine Hälfte des Sonnenspectrums, vom Grün bis zum äußersten Violett, und vereinigte eben so mittelst einer andern Linse den übrigen Theil des Spectrums, vom Grün bis über den Rand des Roth hinaus. Dieser zweyte Bündel trat in dem Focus zu einem weißen Punkt zusammen, dessen Glanz das Auge kaum zu ertragen vermochte; dennoch litt das salzsaure Silber binnen 2 Stunden in diesem lebhaften Lichte keine sichtbare Veränderung. Wurde es dagegen in den Brennpunkt der ersten Linse gelegt, wo das Licht weit weniger lebhaft, und die Hitze weit weniger stark war, so fand es sich nach 10 Minuten geschwärzt. Herr Berard schließt aus diesem Versuche, daß die chemischen Wirkungen, welche das Licht hervorbringt, nicht einzig und allein der Wärme zuzuschreiben sind, welche es in den Körpern, mit deren Substanz es sich verbindet, hervorbringe, weil dieses voraussetzen würde, daß diejenigen Strahlen, welche die stärkste erwärmende Kraft haben, auch die intensivesten Wirkungen äußern müßten.

Auch sind bis jetzt einige Fälle bekannt geworden, wo das Licht die chemische Verwandtschaft zwischen zweyen Körpern hervorzurufen und eine Mischung zu veranlassen scheinet. Die Herren Gay-Lussac und Thenard setzten eine Mengung von oxygenirt-salzsaurem und Wasserstoffgase dem Sonnenlichte in einem farbelosem Glase aus, und beyde Gasarten mischten sich sogleich mit einander zu salzsaurem Gas mit einer sehr starken Detonation; unter einem blauen Glase erfolgte diese Mischung zwar auch sogleich, aber ohne Explosion; unter einem gelbrothem Glase sehr langsam; im zerstreueten Tageslichte allmählig, und im Dunkeln gar nicht. Herr Bischof hat diese verschiedene Wirksamkeit des durch farbige Gläser gefärbten Lichtes stets bestätigt gefunden; einmal aber an einem schönen, wolkenfreyen Sommertage, detonirte das Gasgemeng unter einem blauen Glase eben so heftig als unter einem farbenlosen; dagegen

kam es im Winter bey einem eben so schönen Tage unter denselben Umständen nicht zum Verpuffen. Auch hatte er einmal das Gasgemeng in einem kleinen Glase mit Glasstöpsel verschlossen den Sonnenstrahlen ausgesetzt, ohne daß Verpuffung erfolgte; während ganz unter denselben Umständen das Gasgemeng in einem offenen, bloß mit Wasser gesperrten Glase sehr heftig detonirte. Woher der Grund dieser abweichenden Erscheinung kommt, ist bis jetzt noch unbekannt. Nach John Davy mischen sich Chlor- und Kohlenoxydgas dem Sonnenlichte ausgesetzt zu Phosgengas.

Noch weit häufiger bewirkt das Licht Zersetzungen zusammengesetzter Körper, und am häufigsten ergeben sich Mischungen und Zusammensetzungen zugleich. Ja es scheinen auch die durch das Licht hervorgebrachten Veränderungen der Farben stets mit einer Veränderung in der chemischen Mischung verbunden zu seyn. Indessen sind doch bey diesem Gegenstande die Erfahrungen noch lange nicht hinreichend genug, um mit Gewißheit das große und wichtige Agens, das Licht, in der Natur in allen seinen Wirkungen zu verfolgen. Die hierher gehörenden merkwürdigsten Erscheinungen sind folgende:

Nach Scheele wird concentrirte Salpetersäure durch Licht (so wie durch Glühhitze) in Sauerstoffgas und salpetrige Säure zersetzt; Nach A. Vogel verlieren die Salze, welche Krystallwasser enthalten, verlieren dasselbe in der Sonne. Mehrere Metalloxyde, theils als solche, theils mit Säure verbunden, entwickeln im Sonnenlichte Sauerstoffgas, oder sie zerfallen in Metall und in eine höhere Oxydationsstufe. So zerfällt braunes Bleyoxyd in rothes Oxyd und in Sauerstoffgas; Queckſilberoxydul in Queckſilber und rothes Oxyd. Alle diese Wirkungen erfolgen nach Seebeck und Vogel nicht, oder wenigstens nicht merklich, unter gelbrothem Glase; dagegen unter weißem oder blauem Glase. Auf diese Art wird nach Seebeck Queckſilberoxyd unter Was-

ser hinter farbenlosem oder blauem, nicht hinter rothem Glase in Oxydul und Sauerstoffgas zerlegt. Silberoxyd und Goldoxyd werden, wahrscheinlich unter Sauerstoffgasentwickelung, geschwärzt. Das Wasser wird durch das Chlor bloß im Lichte zersetzt; auch werden die Metalloxyde in Metallsalzen welche im Weingeist oder Aether gelöst sind, durch dasselbe im Lichte theilweise desoxydirt. Vogel beobachtete, daß bey diesen und mehreren andern Zersetzungen und Mischungen die verschiedenen farbigen Lichter auf verschiedene Art wirksam sind. Auch befördert das Licht die Oxydation verschiedener organischer Stoffe auf Kosten der atmosphärischen Luft; von dieser Art ist die Entfärbung und das Morschwerden der mit verschiedenen vegetabilischen Pigmenten gefärbten, und dem Sonnenlichte ausgesetzten Stoffe; wahrscheinlich auch die Entfärbung der Blumenblätter der Klatschrose so wie einer Tinktur von rothen Nelken und Safran, welche nach Vogel hinter einem blauen Glase schneller erfolgt, als hinter rothem; ebenfalls nach Wollaston die grüne Färbung des Guajaks, wenn es mit Sauerstoffgas umgeben den farbenlosen oder violetten Lichte ausgesetzt oder stark erwärmt wird, während das concentrirte rothe Licht wieder die ursprüngliche gelbe Farbe herstellt; u. dgl.

Außerdem sind noch weit mehrere Veränderungen bekannt, welche die Körper durchs Licht erleiden, deren Natur bey weitem noch nicht gehörig dargestellt ist. Die Herren Boeckmann α) und A. Vogel β) haben über die verschiedene Einwirkung des Lichtes auf den Phosphor, und letzterer auch auf mehrere andere Körper Versuche angestellt. Hiernach verwandelt sich der Phosphor in der Luft, im luftverdünnten Raume und in der Torricellischen Leere, so wie im Wasserstoffgas, Stickgas,

α) Scherer's Journal. V. S. 243. f.

β) Schweigger's Journal ꝛc. VII. S. 95. Gilbert's Annalen ꝛc. B. XLV. S. 63. B. XLVIII. S. 376. f.

Kohlenwasserstoffgas, kohlensauren Gas, Phosphor-Wasserstoffgas, imgleichen unter Wasser, dem Sonnenlichte ausgesetzt, in einen rothen, undurchsichtigen schwer schmelzbaren Körper. Auch hier wird der Phosphor in den violetten Strahlen des Farbenspectrums viel eher als in den rothen Strahlen geröthet, und unter violetten Gläsern schneller als unter rothen. Das gelbe Sadebaum- und Krausemünzöl entfärbt sich am Lichte; das blaue Chamillen und das farbenlose Terpentinöl wird gelb. Nach **Brugnatelli** und **Prout** wird die farbenlose Purpursäure im Lichte roth; hat sie aber durch Efflorescenz alles Krystallwasser verloren, so färbt sie sich nicht mehr im Lichte.

Auf welche Art das Licht bey allen diesen Erscheinungen wirke, davon haben die Physiker verschiedene Vorstellungen gehabt. **Ritter** war der Meinung, daß das Hornsilber ein wirkliches Silberoxyd sey, aus welchem durch Einwirkung des Lichtes der Sauerstoff abgeschieden werde, daß folglich das Schwarzwerden des Hornsilbers im Sonnenlichte ein wahrer Desoxydirungs-Prozeß sey. Eben dieser Meinung waren auch **Wollaston**, **Berthollet** und **Buchholz** nur mit dem Unterschiede, daß beyde letztere glaubten, nicht Sauerstoff, sondern vielmehr Salzsäure scheide sich durch Einwirkung des Lichtes von dem Hornsilber ab. **Berthollet** *) ließ, nämlich mehrere Tage lang Hornsilber unter Wasser im Sonnenlichte stehen; nur anfänglich entbanden sich einige Luftbläschen, welche bloß am Hornsilber adhärirend gewesen und vom Wasser ausgetrieben zu seyn schienen. Das Wasser war sauer geworden, und röthete die Lakmustinktur, ohne die Farbe zu zerstören, enthielt daher keine oxygenirte Salzsäure; mit Natron gesättiget schossen daraus Krystalle salzsauren Natrons an. Das durchs Licht geschwärzte Hornsilber löste sich ganz in Ammonium auf, wie das unveränderte weiße. Hieraus schloß **Ber-**

*) Essai de statique chimique T. I. p. 194.

tholle, daß seine vormalige Meinung, daß in diesem Falle der Sauerstoff durch Einwirkung des Sonnenlichtes sich abscheide und das Metall verlasse, unrichtig sey. Durch andere Versuche überzeugte er sich vielmehr, daß während des Schwarzwerdens des Hornsilbers sich wirklich Salzsäure entbinde, aber kein Sauerstoff. Er und nach ihm Buchholz *) waren daher der Meinung, daß sich das Hornsilber, dem Lichte ausgesetzt, nicht sowohl durch Desoxydirung als vielmehr durch Abscheidung eines Antheils Salzsäure schwärze. Nachdem aber H. Davy seine schönen Versuche über die Salzsäure und die salzsauren Verbindungen bekannt gemacht hatte, über deren Natur man freylich jetzt noch zweyerley Meinung ist, so schien der Hergang der Schwärzung des Hornsilbers im Sonnenlichte sich leichter und mit der Erfahrung übereinstimmender zu erklären. Nur feuchtes Hornsilber wird im Sonnenlichte schwarz; daher scheint das Wasser hierbey eine vorzügliche Rolle zu spielen. Davy hatte sehr wahrscheinlich gemacht, daß das Hornsilber eine Verbindung oxygenirter Salzsäure (dem Chlor) mit metallischem Silber ist. Sehr wahrscheinlich verbindet sich also im Sonnenlichte der Wasserstoff des Wassers mit dem Chlor zum salzsauren Gas, und das Silber mit dem Sauerstoff des Wassers zu Silberoxyd, dessen Farbe, wie bekannt, schwärzlich ist. Hiernach ist also das Schwarzwerden des Hornsilbers im Sonnenlichte ein Prozeß der Oxygenirung und keineswegs der Desoxydirung. Auf diese Art ließe sich dann auch die Beobachtung Wollaston's bey dem Guajac sehr leicht erklären.

Der Herr v. Grotthuß **) suchte in einer besondern Abhandlung die chemischen Einwirkungen des Lichts auf mehrere Körper aus einem ganz andern Gesichtspunkte, als bisher geschehen war, abzuleiten, nämlich aus der

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XXXI. S. 208. f.

**) Physisch-chemische Forschungen. B. I. Nürnb. 1800. 4. S. 1. u. f.

Polar-Elektricität (dem Galvanismus). Er glaubte, alle die hierher gehörigen Erscheinungen unter vier Classengesetze zu bringen. Nach ihm ist die allgemeine Wirkung des Lichtes, daß es die Bestandtheile vieler Verbindungen von einander trennt, und sie zwingt, neue Verbindungen mit seinen eigenen imponderabeln Elementen einzugehen, nämlich mit den beyden elektrischen Materien + E und — E, welche nach seiner Meinung höchst wahrscheinlich die wahren Bestandtheile des Lichtes ausmachen. Seine vier Classengesetze sind folgende:

I. Aus gewissen Auflösungen, besonders solchen, welche sich leicht zersetzen, ohne daß dabey weder eine Oxydation oder Desoxydation, noch eine Chloridation oder Dechloridation nothwendig ist, trennt das Licht die nächsten Bestandtheile des in der Auflösung befindlichen Salzes in der Art, daß die durch diese Trennung entstehenden neuen Verbindungen, die unter den gegebenen Umständen möglichst größte Differenz der Auflöslichkeit in dem angewandten Auflösungsmittel haben. Als Beyspiele führt er an, die Lösung des salzsauren Zinnoxyduls in Wasser, welche in zwey Kelchgläser vertheilt und mit reinem Baumöl (zur Verhütung der Oxydation) übergossen, sich weit stärker in demjenigen Glase getrübt hatte, das 5 Stunden lang dem freyen Sonnenlicht ausgesetzt gewesen war, als in dem andern Glase, das während dieser Zeit im Dunkeln gestanden hatte. Es bildet sich nämlich ein weißes unauflösliches basisches salzsaures Zinnoxydul, während ein gleichzeitig entstehendes saures salzsaures Zinnoxydul aufgelöst bleibt. Hierher rechnet v. Grotthuß auch die Auflösung des Blaustoffeisens in Blaustoff-Wasserstoffsäure, welche nach Porett im Lichte ein weißes Präcipitat, basisches blaustoff-wasserstoffsaures Blaustoff-Eisen, fallen läßt; auch die Auflösung des salzsauren Eisenoxyds in Alkohol, aus welchem das Licht anfänglich ein gelbes basi-

sches salzsaures Eisenoxyd präcipitirt, während ein saures salzsaures Eisen aufgelöst bleibt.

II. In vom Lichte veränderbaren Oxygen- und Chlorinverbindungen desoxydirt oder dechloridirt es gewöhnlich den ponderabeln elektropositiven, meist festen Bestandtheil, oder verhindert dessen Oxy- und Chloridation und oxydirt oder chloridirt zu gleicher Zeit den elektronegativen (oder auch indifferenten) meist flüssigen, oder gasförmigen, oder auch inponderabeln (+ E) eigenen Bestandtheil; aber auch aus diesen nächsten ponderabeln Verbindungen vermag es öfters, durch fortgesetzte Einwirkung, die entfernteren Bestandtheile nach demselben Gesetze, besonders durch Vermittelung des Wassers, zu trennen, und seine Wirkung wird nicht eher stationär, als bis es die möglichst entfernteste Trennung der ponderabeln Substanzen und neue Verbindungen derselben mit seinen eigenen inponderabeln Elementen (± E) hervorgebracht hat. Hierher gehörige Beyspiele sind das Hornsilber, welches nach Scheele im Lichte in Silber und Salzsäure umgewandelt wird. Ehe sich aber Salzsäure bildete, mußte Chlor ausgeschieden, und dieß durch Mitwirkung des Wassers in Salzsäure umgewandelt werden, indem der Sauerstoff sich mit dem + E des Lichtes, und das Silbermetall mit dem — E desselben verbindet. Ferner gehört hierher die Entfärbung der Gold- und Eisentinkturen, die Schwärzung des salzsauren Zinnoxyduls, welches sich im Alkohol aufgelöst befindet, die Herstellung der Gold-, Silber-, Queckstlber-, Bley- und anderer Oxyde, die von Joh. Davy bemerkte Nichtchloridation des Queckstlbers und die Chloridation des Kohlenoxydgases, wenn alle drey Substanzen sich gemeinschaftlich im Lichte berühren, und dergl. mehr.

III. Auf Verbindungen, deren Bestandtheile zu einer Hydrogenation und Dehydrogenation

incliniren, wirkt das Licht in der Art, daß es den elektronegativen Bestandtheil hydrogenirt und den elektropositiven oder auch indifferenten Bestandtheil dehydrogenirt: indem es zugleich seine inponderabeln Elemente (= E) den dadurch entstehenden neuen Verbindungen chemisch abtritt. Ein Beyspiel liefert das Jod mit Stärke. Diese Verbindung ist im trocknen Zustande bräunlich; ein Tropfen Wasser ertheilt ihr aber schon eine schöne blaue Farbe. Sie löst sich leicht im Wasser auf, und bildet damit eine schöne blaue Flüssigkeit, eine Jod-Stärke-Hydrat-Auflösung, welche im Lichte nach und nach entfärbt und vollkommen wasserhell wird, indem das Jod dabey zu Jod-Wasserstoffsäure und zugleich die Stärke dehydrogenirt (oder auch oxydirt) wird.

IV. Wenn das Licht mit Sauerstoffgas und gewissen Salzauflösungen (oder auch mit löslichen Salzen) in unmittelbare und gemeinschaftliche Berührung tritt, die schon für sich allein eine Veränderung durchs Licht, oder eine dieser gleiche durch Reaction ponderabler Körper, erlitten haben, so desoxydirt er das inponderable + E des Sauerstoffgases und oxydirt denselben nächsten elektropositiven Bestandtheil des Salzes, den es, nach erfolgter Oxydation, wenn das Sauerstoffgas nunmehr sorgfältig aus der Berührungssphäre ausgeschlossen wird, wiederum zu desoxydiren vermag. Der Herr v. Grotthuß hat an mehreren Körpern Eigenschaften wahrgenommen, welche ihn berechtigen, sie unter dieses Classengesetz zu ordnen. Besonders gehört aber hierher die blutrothe anthrazothionsaure Eisenoxyd-Tinktur, an welcher v. Grotthuß ein höchst auffallendes und merkwürdiges Verhalten im Lichte wahrgenommen hat. Diese blutrothe Tinktur in einer angefüllten und wohl verstopften Flasche dem Sonnenlichte ausgesetzt wird um so eher entfärbt, von je stärkerm Lichte sie getroffen wird.

Mittelst eines Hohlspiegels kann man ihre schöne rothe Farbe aus dem intensivsten Roth in wenig Minuten ins vollkommenste Wasserhell verwandeln, daher sie auch v. Grotthuß zum Gebrauche als Photometer vorgeschlagen ist. Noch wichtiger ist folgende von v. Grotthuß an dieser Tinktur gemachte Beobachtung: wird sie nämlich in einer nicht vollkommen geschlossenen cylindrischen Flasche (in einem gewissen Grade der Concentration), dem freyen Sonnenlichte ausgesetzt, während mehreren auf einander folgenden heitern Tagen, so bemerkt man mit Verwunderung, daß sie nach und nach in den Morgenstunden bis 10 oder 11 Uhr vollkommen entfärbt, und später gegen Mittag, bis 1 oder 2 Uhr, wiederum stark geröthet wird. Dieß findet an heitern Tagen täglich und regelmäßig statt. Nach vielen Forschungen ist es dem Herrn v. Grotthuß gelungen, die Bedingungen dieses sehr merkwürdigen Gegensatzes der chemischen Wirksamkeit des Lichtes aufzufinden. Es kommt nämlich nur darauf an, ob das Licht verhältnißmäßig mit der Röthungsfähigkeit der Tinktur, in einer gewissen Menge aus einem nicht oxydirenden Körper, z. B. aus den Seitenwänden des Glases, darin sich die Tinktur befindet, oder aus einem oxydirenden Mittel, z. B. aus der atmosphärischen Luft unmittelbar in die Flüssigkeit eindringt. Im ersten Fall wird die Tinktur entröthet, im letzten geröthet. Es findet hier gleichsam eine durchs Licht hervorgebrachte Wanderung des Sauerstoffs statt, aus der Luft das Eisenoxydul der Tinktur, und von diesem endlich auf die Elemente der Anthrazothionsäure. Wird das cylindrische Fläschchen am obern Theil mit einen dichten Papier bekleidet, so daß es etwa 1 bis 2 Linien bis unter dem Niveau der Flüssigkeit hinabreicht, so kann die Flasche offen seyn, und die Tinktur wird den ganzen Tag hindurch entröthet oder bleibt wasserhell, wenn sie es schon war. Wird das Papier ganz hinabgeschoben, so daß es mit seinem obersten Rande einige Linien unter dem Niveau

der Flüssigkeit zu stehen kommt, so wird der hervorragende Theil der wasserhellen Tinktur vorzüglich um die Zeit stark und deutlich geröthet, da die Sonne die größte Höhe am Himmel erreicht hat, weil alsdann die Strahlen unmittelbar aus der Luft in die Tinktur und verhältnißmäßig weniger aus den Seitenwänden der Flasche in dieselbe hineindringen können. Hieraus ergiebt es sich, daß auch die Form der Gefäße dabey einen Einfluß haben muß, welches auch der Erfahrung wirklich entspricht. Je nachdem eine dieser Ursachen die vorherrschende ist, so ist es auch ihre Wirkung. Alle Mal, wenn Licht, Luft und Tinktur in gemeinschaftliche Berührung kommen, findet Röthung der letztern Statt, und dagegen Entröthung, wenn nur Licht und Tinktur in Wechselwirkung treten können. Uebrigens scheint die Röthung im ersten Fall nicht bloß im Verhältnisse der Menge der Strahlen, die aus der Luft in die Flüssigkeit, oder umgekehrt, eindringen, sondern auch im Verhältnisse des Einfallswinkels oder des Sinus desselben zu stehen.

Da der Herr v. Grotthuß an den beyden Substanzen, der blauen Jod-Stärke-Auflösung und der anthrazothionsauren rothen Eisentinktur, zwey mächtige Reagentien gegen das Licht wahrgenommen hatte, so versuchte er auch die Einwirkungen des farbigen Lichtes im Spectrum auf beyde. Er füllte mit diesen Flüssigkeiten zwey krystallhelle, dünne, sieben Zoll hohe und drey Linien weite Glasröhren völlig an, verstopfte sie genau, und stellte sie horizontal in das prismatische Farbenbild. Rückte dieses Farbenbild fort, so schob er vorsichtig die beyden Röhren beständig in das fortrückende Spectrum so hinein, daß immer eine und dieselbe Farbe auf eine und dieselbe Stelle der Röhre mehrere Stunden lang fiel. Ohngefähr nach 4 Stunden war die blaue Jod-Stärke-Auflösung zwischen dem gelbrothen und blauen Lichte, mithin vorzüglich im gelbgrünen Strahle, vollkommen wasserhell; sie war es auch fast

eben so in den Stellen, welche nur vom natürlichen Tageslichte (nicht Sonnenlichte) getroffen war, jedoch etwas später. Dagegen hatte sich die schöne blaue Farbe der Flüssigkeit im Violettblau am vollkommensten, und fast eben so gut im Blau und Roth, erhalten. Dabey ist besonders noch zu bemerken, daß diejenigen Stellen, in welchen sich die Farbe erhalten hatte, noch außer dem natürlichen Tageslichte, auch noch das Farbige des Prisma erhielten, und daß folglich das letztere die Ausbleichung verhindert haben muß.

Was die rothe Eisentinktur betrifft, so war diese da, wo sie von der Mitte des Farbenbildes, also von den bläulichgrünen Strahlen, getroffen worden war, vollkommen wasserhell; dagegen war sie im rothen, pomeranzenfarbenen, dunkelblauen und violetten Lichte um so mehr unverändert roth geblieben, je weiter diese Farben im Spectrum von der bläulichgrünen abstanden.

Aus diesen und einigen andern von Herrn v. Grotthuß angeführten Versuchen, welche von Davy und Seebeck sind angestellt worden, glaubt er mit Zuverlässigkeit schließen zu können: daß das farbige Licht diejenige Farbe der ihm ausgesetzten Körper zu zerstören sucht, die seiner eigenen entgegengesetzt ist, und daß es seine eigene, oder eine ihm analoge Farbe, darin zu erhalten strebt. Die chemische Wirkung muß daher im zusammengesetzten Verhältniß stehen mit der Veränderbarkeit der anzuwendenden Substanz und dem Gegensatz ihrer natürlichen Farbe.

Ueber die Natur des Lichtes hat v Grotthuß eine eigene Ansicht. Nach ihm ist ein Lichtstrahl eine Linie, in welcher sich die Elemente der indifferenten Elektricität, nämlich + E und − E, polarisch unter einander ordnen. Es findet hierbey keine meßbare Trennung dieser Elemente statt, daher man auch die Elektricitäten am Elektrometer durchaus nicht wahrnehmen kann; wohl aber nehmen diese Elemente eine polarische Disposition

zur Trennung und wechselseitigen Wiedervereinigung, oder eine Molekular-Polarität an, welche man durch folgendes Schema + — + — + — + — .... das den Lichtstrahl vorstellt, andeuten kann. Wahrscheinlich hängt auch die Färbung der Strahlen von dieser größern oder geringern Polarität der Lichtelemente ab, und wenn es sich bestätigen sollte, daß weiße oder farbenlose Körper, d. h. solche, die sich gegen die Farben des Lichtes möglichst indifferent verhalten, immer die größte chemische Wirkung im Violett und immer die größte Erwärmung im Roth erfahren, so könnte man daraus urtheilen, daß die violetten Strahlen mehr, die rothen hingegen weniger polarisch sind; denn die erstern würden sich leicht zersetzen und ihre eigenen Elemente (± E.) den durch die chemische Veränderung entstehenden neuen Substanzen abtreten, die letztere aber würde ihre Elemente leichter zur Wärme sich wieder vereinigen oder ausgleichen lassen. Die von Newton beobachteten sogenannten accessus facilioris transmissionis et reflexionis, so wie auch die von Fraunhofer entdeckten feinen dunkeln Streifen im prismatischen Farbenbilde, scheinen diese Ansicht sehr zu bestätigen. Diese schwarzen Streifen entstehen dieser Ansicht zu Folge dadurch, daß das innerhalb des Prisma schon gebrochene Licht nur in einer solchen Richtung aus demselben herauszutreten vermag, in welcher es aliquote Theile entweder für seine während der Brechung angenommenen Schwingungen, oder vielmehr für seine dadurch verschiedenartig gesteigerte polarische Disposition zur Trennung und Wiedervereinigung seiner Elemente antrifft. In den Stellen der Austrittsfläche des Prisma, wo das Licht während seiner Fortbewegung, keine dieser aliquoten Theile antrifft, wird es nicht durchgelassen; daher im prismatischen Farbenbilde Lücken entstehen müssen, welche Fraunhofer als schwarze Linien beobachtete.

Da nach alltäglicher Erfahrung alle Körper dem Sonnenlichte eine Zeitlang ausgesetzt mehr oder weniger

erwärmt werden, und schon dunkele Wärme auf manche zusammengesetzte Substanzen eine chemische Wirkung äußern: so war es natürlich die Frage aufzuwerfen, ob die bisher angeführten Wirkungen des Lichtes ebenfalls durch eine größere oder geringere dunkele Wärme sich hervorbringen lassen, oder ob sie dem Lichte eigenthümlich sind? Zur Entscheidung dieser Frage sind von den Physikern mehrere Versuche angestellt worden. Thenard und Gay-Lussac *) haben aus ihren vielfältigen Beobachtungen das Resultat gezogen, daß das Licht bald wie Wärme von 100°, bald wie eine von 150°, 160°, 180° bis 210°, ja selbst zuweilen wie Rothglühehitze wirke. Uebrigens fügen sie noch hinzu, daß wenn es auch erwiesen zu seyn scheine, daß chemische Veränderungen, welche in den Körpern durch das Licht hervorgebracht werden, eben so gut auch durch Hitze erfolgen können, doch schwer zu entscheiden sey, ob des Lichtes chemische Wirkung wirklich daher kommt, weil es in den Körpern, die es verschlucken, Wärme erregt. Schweigger **) zeigt, daß eine solche Annahme der so ganz verschiedenen Wirkungsart der einzelnen farbigen Lichter widerspreche, indem die blauen Strahlen des prismatischen Farbenbildes die größte, die rothen die geringste Wirksamkeit zeigen, während das erwärmende Vermögen gerade entgegengesetzt sich verhalte. Eben so urtheile auch Berard, wie bereits oben angeführt worden. Der Herr v. Grotthuß stellte ebenfalls mehrere Versuche über den Einfluß der dunkeln Wärme besonders auf die rothe anthrazothionsaure Eisentinktur an, von welchen folgender Hauptversuch offenbar beweiset:

1. daß die Färbung der Tinktur zu Mittage keineswegs von der größern Wärme, welche die Atmosphäre um diese Zeit angenommen hat, sondern von ei-

*) Recherches physico-chimiques T. II. p. 202. und Schweigger's Journ. B. V. S. 219.

**) Journal B. IX. S. 253 f.

ner specifischen Wirkung des Lichtes abhängt, die sich durch einen Gegensatz der chemischen Thätigkeit in den Morgen-, Abend- und Mittagsstunden äußert:

2. daß dieser Gegensatz der chemischen Wirksamkeit des Lichtes von zwey Umständen bewirkt wird, nämlich a. dadurch, daß in den Morgen- und Abendstunden die Lichtstrahlen, wenn sie mit der obern Horizontalfläche der Flüssigkeit fast parallel laufen, aus einem nicht oxydirenden Medio; hingegen b. in den Mittagsstunden, wenn sie mehr senkrecht auf die Horizontalfläche der entfärbten Tinktur fallen, aus einem oxydirenden Medio in die Flüssigkeit eindringen.

Der Versuch ist dieser: Von zwey ganz gleichen nicht hohen Krystallfläschchen von dünnem Glase wurde das eine mit schwarzem dünnem, aber dichtem Papier seiner ganzen Höhe nach, aber nur bis auf $\frac{2}{3}$ seines ganzen cylindrischen Umfanges, bekleidet. Ein Fünftel vom benannten Umfange blieb absichtlich unbekleidet, um dadurch nach dem gleichfalls unbekleideten Boden der Flasche hindurchsehen und die Veränderungen wahrnehmen zu können, die eine darin hineinzugießende Flüssigkeit erleiden könnte. Beyde Fläschchen wurden bis auf $\frac{1}{4}$ ihrer Höhe mit der wasserhellen anthrazothionsauren Eisentinktur gefüllt und an einem heitern Sommertage um 12 Uhr Mittags zu gleicher Zeit in den Sonnenschein gestellt. Beyde Fläschchen standen neben einander auf einer und derselben Unterlage vor dem offenen Fenster; das mit dem dunkeln Papiere bekleidete war mit der Papierfläche dem Lichte zugekehrt, damit die Flüssigkeit nicht direkt von den Strahlen getroffen, wohl aber den Einfluß ihrer Wärmeerregung in der dunkeln Bekleidung, durch Mittheilung, erfahren konnte. In einer halben Stunde war die Tinktur in der unbelegten Flasche deutlich roth, und um 1 Uhr Nachmittags war sie röther als Johannisbeerensaft. Die Flüssigkeit in der bekleideten Flasche war dagegen noch um 2 Uhr vollkommen wasserhell und blieb es sogar den ganzen

Tag hindurch. Dieser Versuch ist mehrere Male mit demselben Erfolge wiederholt worden, ja v. Grotthuß hatte wahrgenommen, daß das bekleidete Fläschchen während des Versuches wärmer, als das unbelegte, geworden war.

Herr Bischof *) bemerkt überdieß noch, daß es allerdings unstatthaft scheine, die Wirkung des Lichtes von der in den Körpern erregten Wärme abzuleiten, schon deshalb, weil z. B. in dem Augenblicke (wie er öfter zu bemerken die Gelegenheit hatte), in welchem ein Lichtstrahl ein Gemeng aus Wasserstoff- und Chlorgas, die Explosion erfolge; wo sich also nicht wohl annehmen lasse, daß in einer solchen unmeßbaren Geschwindigkeit eine Wärmeerregung sollte statt finden, von welcher die Wirkung abhängig seyn könnte. Allein Gay-Lussac und Thenard hätten gefunden, daß ein Stück Ziegelstein, 125 bis 150° heiß, in ein Gemeng aus Chlor- und Wasserstoffgas gebracht, eine Verpuffung bewirke, während zerstreuetes Tageslicht allein nie eine solche Wirkung hervorbringe. Man sehe also hieraus, daß sich bey den Ansichten Gründe entgegensetzen ließen.

Da auch der Herr v. Grotthuß beobachtet hatte, daß dunkele Wärme für sich allein auf die genannte Eisentinktur entfärbend wirke, jedoch mit der Bedingung, daß jederzeit ein höherer Wärmegrad Statt finden muß, als wenn bloß das Sonnenlicht wirkt; so scheinen sehr wahrscheinlich bey der chemischen Einwirkung des Lichtes auf verschiedene Körper noch Umstände zugegen zu seyn, welche man bis jetzt noch nicht kennt. Berard bemerkt daher ganz richtig, man würde wohl weniger im Widerspruche sich befinden, wenn man auf die große Verschiedenheit Rücksicht nähme, welche in den Resultaten eines und desselben Wirkungsmittels, je nachdem es unter verschiedenen Umständen wirke, hervorgebracht

*) Lehrbuch der reinen Chemie. B. I. Bonn, 1824. 8. S. 98.

werden können, und wenn man bedächte, daß Wirkungsmittel von ganz verschiedener Natur doch ganz identische Verbindungen veranlassen können.

Mehrere Physiker und Chemiker hatten den Beobachtungen zu Folge, nach welchen das farbige Licht des Spectrums auf Körper so verschieden wirkt, angenommen, daß das Sonnenlicht aus drey verschiedenen Substanzen zusammengesetzt sey, von welchen die eine sichtbares Licht, die andere chemische Wirkungen, und die dritte Wärme hervorbringe. Die Herren Berthollet, Chaptal und Biot bemerken aber, daß, wenn dieß wirklich so wäre, so müßte man annehmen, daß jede dieser drey Substanzen durch das Prisma in unzählig viele verschiedene Modificationen, gerade so wie das Licht getrennt werde, weil sich in der Erfahrung finde, daß jede der drey Eigenschaften, die chemische, die leuchtende, und die wärmende, über das Spectrum in einer gewissen Ausdehnung, obschon auf eine ungleiche Weise, verbreitet sey. In dieser Voraussetzung würde man also annehmen müssen, daß es so zu sagen drey verschiedene über einander liegende Sonnenspectra gebe, ein Wärmespectrum, ein chemisches Spectrum und ein Lichtspectrum. Man würde überdem zugeben müssen, daß jede der Substanzen, welche die drey Spectra ausmachen, und selbst jedes verschieden-brechbare Theilchen derselben eben so, wie die Theilchen des sichtbaren Lichtes, die Eigenschaft besitzen, durch Zurückwerfung polarisirt zu werden, sich der zurückwerfenden Kraft in denselben Lagen, wie die Lichttheilchen, zu entziehen, u. dergl. m.

Wenn wir dagegen, statt dieser verwickelten Vorstellung, übereinstimmend mit den Erscheinungen annehmen, das Licht bestehe aus verschieden-brechbaren, und folglich von den Körpern verschieden-anziehbaren Strahlen, so setzt dieses ursprüngliche Verschiedenheiten in ihren Massen und ihren Geschwindigkeiten, oder in ihren Verwandtschaften voraus. Warum sollten aber

dann Strahlen, die in so Vielem verschieden sind, gerade auf die Thermometer und auf andere Sinne dieselben Wärme und Licht-Wirkungen hervorbringen? und warum gerade im Bilden und Aufheben chemischer Verbindungen einerley Kraft äußern? Wäre es nicht sehr natürlich, daß das Sehen in unsern Augen nur innerhalb gewisser Grenzen der Brechbarkeit Statt fände, und daß zu große wie zu geringe Brechbarkeit Strahlen gleichmäßig unfähig mache, die Wirkung hervorzubringen. Vielleicht wären solche Strahlen für andere Augen sichtbar, als die unsrigen, vielleicht sind sie es selbst für die Augen gewisser Thiere; und es fiele dann in diesem Falle das Wunderbare ihrer Wirkung fort, oder sie träte vielmehr unter die allgemeine Wirkungsart des Lichtes. Kurz man kann sich denken, die wärmende und die chemische Kraft seyen in der ganzen Ausdehnung des Spectrums verschieden, eben so wie die Brechbarkeit, nur nach andern Funktionen; so daß die wärmende Kraft ihr Minimum in dem violetten Ende und ihr Maximum in dem rothen Ende des Spectrums habe, die durch eine andere Funktion ausgedruckte chemische Kraft dagegen ihr Minimum in dem Rande des Roth, und ihr Maximum im Rande des Violett, oder selbst ein wenig über diesen Rand hinaus. Mehr als dieser einzigen Annahme bedürfe es nicht, um allen früher beobachteten Erscheinungen zu genügen. Denn wenn die Strahlen, welche die dreyerley Arten von Erscheinungen hervorbringen, insgesammt Licht sind, so müssen sie sich nothwendig bey dem Durchgehen durch einen Krystall, oder wenn sie von einer polirten Glasscheibe unter einem bestimmten Einfallswinkel zurückgeworfen werden, insgesammt polarisiren; und haben sie diese Modification angenommen, so müssen sie von einem andern Spiegelglase, welches so liegt, daß es seine zurückwerfende Kraft auf die Lichttheilchen äußern kann, zurückgeworfen werden; und im Gegentheile kann dann, wenn diese Kraft auf die sichtbaren Theile des

Lichtes Null sind, auch das unsichtbare Licht keine Zurückwerfung erleiden. Denn das was Ursache ist, daß die Zurückwerfung vor sich geht oder nicht, scheint gleichmäßig auf alle Lichttheilchen einzuwirken, welches auch ihre Brechbarkeit sey, und muß sich daher auch in den unsichtbaren Lichttheilchen wirksam zeigen, wenn die Bedingung der Sichtbarkeit und der Unsichtbarkeit bloß auf der Beschaffenheit unserer Augen und nicht auf der Natur der Lichttheilchen selbst beruht, welche in uns die Empfindungen hervorbringen.

Mit der chemischen Vermischung der Körper steht auch das Brechungsvermögen des Lichtes im Zusammenhange, wovon der Artikel: **Brechung der Lichtstrahlen** (Th. VIII. S. 379.) nachzulesen ist.

Ueber die neuen Entdeckungen der doppelten Brechung des Lichtes im isländischen Doppelspathe vom Herrn **Malus** s. m. den Artikel, **Polarisation des Lichtes.**

Daß die vorzüglichste Quelle des Lichtes auf unserer Erde die Sonne ist, ist eine längst bekannte Sache. Sehr wahrscheinlich schöpfen alle übrigen Körper auf der Erde aus dieser Urquelle ihr Licht, welches mit denselben auf mannigfaltige Art verbunden, und wiederum aus denselben auf eben so verschiedene Art entbunden wird. Dahin gehören mehrere chemische Prozesse, bey welchen sich Licht entwickelt, das Glühen, die Phosphorescenz durch Insolation, durch Temperaturerhöhung, und durch mechanische Gewalt (Druck, Bruch, Reibung) und die Vereinigung der beyden entgegengesetzten Elektricitäten. M. s. die Artikel: **Phosphoren, Pyrophorus.**

Eine geraume Zeit hindurch wurde der Verbrennungsproceß als der einzige chemische Prozeß betrachtet, welcher uns Licht liefern könne. Es ist erst eine Entdeckung der neuern Zeit, daß auch andere chemische Prozesse, vorzugsweise Mischungen, welche mit großer Heftigkeit erfolgen, und wo die sich mischenden Stoffe sehr verdichtet werden, und endlich auch gewisse Zerlegungen, aber freylich in bey weitem seltenern Fällen,

Licht entwickeln. Von den neuern Ansichten über den Verbrennungsprozeß s. m. den Artikel: Verbrennen.

Zus. zu S. 620: Th. VI. Die Frage, ob Licht mit Wärme einerley, oder ob jedes für sich ein besonderer materieller Stoff sey? ist bis jetzt noch nicht entschieden. Alle bekannte Erscheinungen, bey welchen sich Licht und Wärme zu erkennen gaben, bestimmen uns anzunehmen, das Licht und Wärme in der genauesten Verbindung mit einander stehen; indessen sind unter diesen Erscheinungen doch mehrere, woraus sich schließen läßt, daß beyde eine gewisse Verschiedenheit unter sich zu besitzen scheinen. Tissier *) bemerkt, daß Wärme und Licht sich einzeln auf so verschiedene Art äußern, und so ganz verschiedenen Gesetzen folgen, daß man sie auch wohl für wesentlich verschiedene Dinge, obgleich sehr nahe verwandt mit einander, halten könne, so daß jedem leuchtenden Strahl mehr oder weniger Wärme, und jedem wärmenden mehr oder weniger Licht adhärire; denn alsdann hebe sich alle Schwierigkeit in der Erklärung, warum vieles Licht bey der Concentration Wärme, und viele Wärme endlich Gluth, d. h. leuchtende Hitze gebe. Die Wärme gehe leicht durch eine metallene Tafel, das Licht hingegen gar nicht; dagegen gehe das Licht durch eine Tafel von Eis, keinesweges aber die Wärme. Es seyn uns deshalb die Fensterscheiben so wichtig, weil sie die Wärme des Ofens so schwer hinaus, und das Tageslicht so leicht herein ließen. Die Wärme breite sich wegen ihrer Expansivkraft mit gleicher Leichtigkeit durch alle Abmessungen des Raumes, das Licht hingegen mache bloß eine Linearbewegung, und verhalte sich ohngefähr, so wie der Wasserstrahl aus einer Spritze. Wäre das Licht wie die Wärme mit Expansivkraft versehen, so müßte es, wenn man es

*) Essai sur la theorie des trois elemens, comparée aux élemens de la Chemie pnevmatique. Lyon 1804. Uebers. in Voigt's Magazin für d. neuest. Zustand der Naturkunde. B. XII. S. 58. ff.

durch eine kleine Oeffnung in ein dunkles Zimmer ließ, ſich ganz in demſelben ausbreiten. Die ſtärkſte Wärme oder Hitze verliere ſchon in einer mäßigen Entfernung von ihrer Quelle, ihre Wirkſamkeit; das Licht hingegen erſtrecke ſich von leuchtenden Körper durch unermeßliche Räume. Die Hitze zerſtöre die Körper, ſowohl in Rückſicht ihrer Beſtandtheile, als in Rückſicht ihrer Formen durch Expanſion, das Licht hingegen befördere offenbar die Zuſammenſetzung und Bildung der Körper aus ihren Urſtoffen, welches man am auffallendſten bey der Kryſtalliſation der Salze bemerke; es ſey wahrſcheinlich das erſte Agens aller ſpecifiſchen Zuſammenordnung des loſen Einzelnen, ſo wie die Wärme das urſprüngliche Agens aller außer ſich Wirkung des Gebildeten iſt. Die Wärme könne durch alle mit Nerven verſehene Organe unſers Körpers wahrgenommen werden; das Licht dagegen bloß durch das Auge, und zwar auch mit dieſem Organe nicht ſo, wie die Wärme mit ihm und andern wahrgenommen werde; denn durch das Licht bekämen wir mittelſt eines gewiſſen Reizes Kenntniß von der Geſtalt und Größe der uns umgebenden Körper, die uns durch Berührung afficirten; die uns mitgetheilte Wärme aber werde uns durchaus nichts von ihrer Geſtalt und Größe zu erkennen geben. Man könne die Wärme in ſehr hohem Grade am kochenden Waſſer, und noch mehr am kochenden Queckſilber ohne alles Licht, ſo wie das Licht in einer luftleeren ſtark elektriſirten Glaskugel im finſtern Zimmer, ohne alle Wärme, darſtellen. u. ſ. w.

Auch das leuchtende und erwärmende Vermögen der Strahlen des Farbenbildes, welches ſich nach ganz verſchiedenen Geſetzen richtet, ſpricht für die Verſchiedenheit des Lichtes und der Wärme. Berard hatte gefunden, daß in der Mitte des Farbenbildes das Vermögen zu leuchten am größten iſt, und nach beyden Enden zu abnimmt; das erwärmende Vermögen hingegen beſtändig vom violetten Lichte an zunimmt, und

am Ende des rothen am größten ist. Besonders scheinen sich Licht und Wärme in Ansehung der chemischen Wirkung auf Körper von einander zu unterscheiden.

Nach Delaroche's Erfahrung scheint ein stufenweis fortschreitender Uebergang zwischen Wärme- und Lichtstoff statt zu finden. Er fand nämlich, daß die Strahlen der dunkeln Wärme schwer durch das Glas dringen, wenn sie aus einem Körper ausströmen, dessen Temperatur unter der Siedhitze des Wassers ist; je höher dagegen die Temperatur des Körpers ist, welcher sie ausstrahlt, und je mehr sie sich dem Zustande nähert, in welchem dieser leuchtend wird, desto leichter gehn sie durch das Glas hindurch. Auch hat er gefunden, daß die Strahlen des Wärmestoffes, welche schon durch eine Glasplatte hindurchgegangen sind, verhältnißmäßig geeigneter sind, durch eine zweyte hindurchzugehen. Diese Erfahrungen scheinen zu beweisen, daß Wärme unter diesen angezeigten Umständen sich in einem besondern Zustande befinden, und eine Modification erlitten haben.

Für die Identität des Lichtes mit der Wärme sprechen mehrere neuere Erfahrungen. Die meisten Körper, welche mehr oder weniger Licht verschlucken, erleiden keine andere Veränderung, als bloße Erwärmung. Je mehr ein Körper Sonnenlicht verschluckt, desto wärmer wird er. Sehr viele Körper bis zu einem gewissen Grade erhitzt werden glühend, d. h. sie verbreiten Licht. Prechtl *) nimmt die Voraussetzung an: die Erscheinung, welche durch die Bewegung des Wärmestoffes in den höchsten Geschwindigkeiten hervorgebracht wird, ist Licht; die verschiedenen Abstufungen dieser Geschwindigkeit bis zu einer Grenze, in welcher die Bewegung des Wärmestoffes im Auge keinen weitern Eindruck hervorbringen kann, sind die verschiedenen Abstufungen des Lichtes; und die Erscheinung, welche durch die unter jener Grenze befindlichen geringern Bewegungsgrößen der Theile des

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XX. S. 305. ff.

Wärmestoffes bewirkt wird, ist die Wärme. Nach dieser Hypothese sucht Prechtl alle Erscheinungen, bey welchen Licht und Wärme sich zeigt, zu erklären. Auch die meisten französischen Physiker und Chemiker, halten Licht und Wärme für identisch. Außer mehreren Gründen führt Arago noch diesen an, daß selbst vermöge seiner Versuche die Geschwindigkeit der strahlenden Wärme derjenigen des strahlenden Lichtes gleich ist. Kastner *) bemerkt aber, daß daraus die Identität des Lichtes und der Wärme nicht folge. Denn abgesehen davon, daß beyde Stoffe auf verschiedene Sinnesorgane wirkten, so dürfe auch nicht unberücksichtigt bleiben, daß Licht in finstere Räume gelassen, strahlend bleibe, während die strahlende Wärme überall nach und nach in geleitete, als solche dem kältern Körper nach dem Umfange seiner ganzen Gestalt, in folgende übergeht. Das absorbirte Licht, verbreite sich wenigstens, indem es verschluckt wird, nicht in einem der mitgetheilten Wärme analogen Verhältnisse. Ob in Fällen, wo das Licht nur zu wärmen schiene, z. B. bey Beleuchtung schwarzer Flächen, keine weitere Veränderungen mit der Substanz der schwarzen Materie vorgingen, sey noch gar nicht ausgemacht; wenigstens zeigten die lebenden Vegetabilien, daß in dem Maaße, wie sie Licht verschlucken, ihre Cohärenz und Färbung zunehme, während z. B. bey abgestorbenen Farbehölzern durch das Licht gerade das Gegentheil bewirkt werde. Auch scheine unter gewissen Umständen durch Lichtentbindung, die Innigkeit der chemischen Verbindungen erhöht zu werden, ohne daß einer oder der andere wägbare Stoff ausgestoßen werde.

Berzelius **) führt an, daß wir nicht mit Zuverlässigkeit darthun könnten, daß der Licht- und Wärme-

*) Grundriß der Experimentalphysik. B. II. S. 486.

**) Versuch über die Theorie der chemischen Proportionen, übers. von Blöde. 1820. S. 71. ff.

ſtoff unter ſich verſchieden wären; vielmehr fänden wir bey näherer Unterſuchung der Erſcheinungen das Licht allemal von einer gewiſſen Temperatur begleitet, ſo daß man ſagen könnte: Entzündung, d. h. gleichzeitige Entwickelung von Licht und Wärmeſtoff, ſey nur ein höherer Grad der Temperatur, als der Wärmeſtoff ohne Licht beſitzt. Es ſey bekannt, daß ſolche Vereinigungen, bey welchen gewöhnlich Feuer entſtehe, auch ſo bewerkſtelligt werden könnten, daß die Temperatur nicht bis zur leuchtenden Wärme erhöhet werde; z. B. Talkerde und concentrirte Schwefelſäure, welche ſich im Augenblicke ihrer Vereinigung oft bis zum Glühen erhitzen, werden nur wenig erwärmt, wenn man die Säure mit Waſſer verdünnt, und die Temperatur vermindere ſich deſto mehr, je mehr man Waſſer zuſetze, weil die Wärme, die im erſten Falle Feuer erzeuge, in dieſem Falle zur Erhöhung der Temperatur des zugeſetzten Waſſers verwendet werde. Es entwickele ſich dabey kein Licht, wiewohl dieſes, wenn es ein beſonderer Stoff wäre, wohl auch in dieſem Falle für unſere Sinnen, wenn auch im geringern Grade, wahrnehmbar werden ſollte, eben ſo wie die Wärme ſich auch durch niedrigere Temperaturen offenbare. Wer ſich mit Löthrohrverſuchen beſchäftige, habe oft zu bemerken Gelegenheit, daß der heißeſte Theil der Flamme nicht immer der leuchtendſte ſey, daß aber feſte Körper, welche man dieſer Stelle der Flamme ausſetze, augenblicklich leuchtend würden, und manche dabey ein ſo intenſives Licht ausſtrahlten, daß das Auge es kaum zu ertragen vermöge.

Wenn man in einem dunkeln Zimmer Sauerſtoffgas in die Flamme einer Weingeiſtlampe blaſe, ſo würden die Gegenſtände dadurch nicht erhellet; bringe man aber einen Platindraht in die Flamme, der ſtark genug ſey, um nicht zu ſchmelzen, ſo gerathe dieſer in wenigen Augenblicken in das intenſivſte Weißglühen und erleuchte die Gegenſtände rund umher. Die Urſache dieſer veränderten Erſcheinung vermöchten wir nicht zu

erklären; sie scheine aber zu beweisen, daß der Wärmestoff unter gewissen Umständen Licht hervorbringe oder zu Lichte werde, und es scheine völlig ausgemacht zu seyn, daß die Wärme, wenn sie sich einer gewissen Temperatur nähere, allemal leuchtend werde, daß aber diese Temperatur nach Verschiedenheit der Körper verschieden sey und daß letztere übrigens bey gleicher Temperatur mehr oder weniger leuchten könnten.

Indessen stoßen wir, so wahrscheinlich es auch sey, daß es mit dieser Erklärung seine Richtigkeit habe, dennoch auf Schwierigkeiten, die wir auf keine, diesen Vorstellungen angemessene Weise erklären könnten. Es gebe nämlich Lichterscheinungen, die von keiner merklichen Menge Wärme begleitet würden; z. B. das Mondlicht; das phosphorische Leuchten mancher organischen Körper, u. a. m. Dieser Schwierigkeit ungeachtet dürfte man dennoch annehmen können, daß diejenige Erklärungsart des Verbrennens, welche die Entstehung des Wärmestoffs vollständig darthun, auch zugleich die Quelle des Lichtes nachweisen werde. M. s. den Artikel: Verbrennung.

Die Zusammenstellung der meisten Gründe für und wider die Identität des Lichtes und der Wärme findet man beym Placi, Heinrich *).

Ueber das Wesen des Lichtes haben in den neuern Zeiten die Physiker und Chemiker gar verschiedene Meinungen aufgestellt. Die meisten Dynamiker, welche aus der Schelling'schen Schule hervorgegangen sind, betrachten das Licht als die Wirkung der Dehnkraft, Bartels §) aber glaubt sich berechtiget: Kohlenstoff für gebundenes Licht, und Licht für freyen Kohlenstoff halten zu dürfen. Nach Hermbstaedt ?) ist das Licht

*) Die Phosphorescenz der Körper. Zweyte Abhandlung. Nürnberg 1812. 4. S. 248. ff.

§) Grundlinien einer neuen Theorie der Chemie und der Physik. Hannover 1804. S. 25. ff.

?) Gehlen's neues allgem. Journ. der Chemie. B. II. S. 13. ff

zusammengesetzt aus Wärmestoff und einem eigenen produktiven Stoffe des Lichtes, welchen er den lichtzeugenden Stoff (photogenium, von den griechischen Wörtern φοτος und γεινομαι gebildet) nennt. Licht und lichterzeugender Stoff müssen aber wie Wirkung und wirkende Ursache unterschieden werden. Der lichtzeugende Stoff kann einen Mischungstheil sehr vieler Körper ausmachen, und sich durch eigene Qualitäten derselben erkennen und beurtheilen lassen; er ist an und für sich nicht leuchtend, sondern nimmt diese Eigenschaft erst in dem Produkte seiner Mischung mit dem Wärmestoffe an. Eine der Hermbstaedt'schen ähnliche Meinung über das Wesen des Lichtes stellt Doebereiner auf *). Dieser sagt nämlich, weiße Körper verändern das Licht nicht, farbige scheiden es in Wärme und farbiges Licht, schwarze löschen es ganz aus und entwickeln aus ihm bloß Wärme. Dieser Umstand führt zu der Vermuthung, daß die Substanz des Lichtes selbst nicht leuchte, sondern daß die leuchtende Eigenschaft desselben durch die Wärmematerie bedingt seyn müsse; und in der That zerfällt das Licht in eine unsichtbare Licht- und Wärmematerie und in verschiedene sichtbare Mischungen aus beyden, wenn man es durch ein gläsernes Prisma gehen läßt, nämlich in das Farbenbild. Durch die bereits oben angeführte verschiedene Einwirkung des farbigen Lichtes auf die in selbigen befindlichen Körper und durch andere Thatsachen, besonders auch durch die Erscheinungen der entoptischen Farben, welche sich im Innern schnell abgekühlter Glasmassen spiegelnd im farbigen Glanze darstellen, wird man, nach Doebereiner, bestimmt. Die Wärmematerie als die hellmachende oder zündliche Substanz, die Lichtmaterie aber als ein Wesen von dunkeler (oder wenigstens unsichtbarer) und brennbarer Beschaffenheit; das leuchtende Licht als das Resultat der Wechselwirkung beyder und die farbigen

*) Anfangsgründe der Chemie ꝛc. Jena 1819. 8. S. 70. §. 68.

Erscheinungen als Mischungen von Licht- und Wärmematerie in verschiedenen Verhältnissen anzusehen. Dieser Meinung hat Kastner α) verschiedene nicht unerhebliche Einwürfe entgegen gestellt.

Nach Tissier β) besteht das Licht aus dem Ursauerstoff und dem Phlogiston. Sertürner γ) hat sich eine eigene Vorstellung von der Natur des Lichtes gemacht, welche er aus mancherley von ihm angeführten Erfahrungen und daraus abgeleiteten Schlüssen gezogen hat. Das ganz reine oder völlig wärmefreye Licht ist nach ihm eine Verbindung aus Kronionium und Biogen; das Kronionium oder Kronion (von Κρονίων oder Ζεὺς) ist der Hauptbestandtheil, als der alkalische (acide) Theil, der positiven Elektricität, und das Biogen der Hauptbestandtheil, der acide (alkalische) Theil der negativen Elektricität. Da also das Licht aus diesen beyden mächtigen Bestandtheilen zusammengesetzt ist, so läßt sich schon nach Sertürner aus der Natur dieser Bestandtheile schließen, daß es sehr mächtig und kalt seyn wird, welches so viel sagt: das Licht muß große Neigung zur Wärme besitzen, und mit einer starken Elementarkraft begabt seyn, weil sich seine Bestandtheile hierdurch auszeichnen und hierin das Licht bey weitem übertreffen, und übertreffen müssen, indem sie durch ihre Verbindung zu Licht an Macht verlieren.

Eine der Eulerischen Theorie des Lichtes durch Undulationen einer feinen im ganzen Weltraume verbreiteten feinen Materie (dem Aether) hat in den neuern Zeiten Thom. Roung δ) mit vielem Scharfsinn entwickelt, welcher auch der Graf von Rumford, und mehrere englische Physiker und Chemiker gehuldigt haben. M. s. bes. den Artikel: Verbrennen. Roung's

α) Vergl. Untersuch. d. Syst. d Chemie. 4. S. 152–154.

β) Voigt's Magazin ꝛc. B. XII. S. 22.

γ) System der chemischen Physik. B. II. Gött. 1822. 8. S. 432.

δ) Gilbert's Annalen d. Physik. B. XXXIX. S. 156 ff.

gesammte Theorie gründet sich auf folgende Voraussetzung und auf die aus selbigen abgeleitete Sätze:

1. Ein lichtbringender, in hohen Grade dünner und elastischer Aether durchdringt das Universum.

2. In dem Aether werden Wellenschläge erregt, sobald ein Körper zu leuchten anfängt.

3. Die Empfindung der verschiedenen Farben hängt von der verschiedenen Wiederholung der Schwingungen ab, welche von dem Lichte auf der Netzhaut erregt werden.

4. Alle Körper haben eine Anziehung gegen das ätherische Mittel, mittelst welcher es sich in ihnen anhäuft und sie in einer kleinen Entfernung im Zustande einer größern Dichtigkeit, aber nicht einer größern Elasticität umgiebt.

Aus diesen Hypothesen sind von Young folgende Hauptsätze abgeleitet worden:

1. Alle Schläge werden in einem gleichartigen elastischen Mittel mit einer gleichen Geschwindigkeit fortgepflanzt.

2. Ein Wellenschlag, welcher von der Schwingung eines einzelnen Theiles zu entstehen anfängt, muß sich in einem gleichartigen Mittel kugelförmig, jedoch mit verschiedenen Größen der Bewegung seiner verschiedenen Theile ausbreiten.

3. Wird ein Theil eines sphärischen Wellenschlages durch eine Oeffnung in ein ruhendes Mittel geleitet, so wird er in concentrischen Kreisen geradelinigt fortgepflanzt, welche zur Seite von schwachen und unregelmäßigen Theilen der nunmehr divergirenden Wellenschläge begrenzt sind.

4. Wenn ein Wellenschlag bey einer Fläche ankommt, welche die Grenze eines Mittels von verschiedener Dichtigkeit ist, so findet eine theilweise Zurückwerfung Statt, welche mit der Differenz der Dichtigkeiten im Verhältnisse steht.

5. Wenn ein Wellenschlag durch eine Fläche, welche die Grenze verschiedener Mittel ist, geleitet wird, so geht er in einer solchen Richtung fort, daß die Sinus der Einfalls- und Brechungswinkel sich in dem beständigen Verhältnisse der Geschwindigkeit der Fortpflanzung in diesen beyden Mitteln befinden.

6. Wenn ein Wellenschlag auf die Fläche eines dünnern Mittels so schief auffällt, daß er nicht regelmäßig gebrochen werden kann, so wird er ganz unter einem Winkel zurückgeworfen, der dem Einfallswinkel gleich ist.

7. Wenn man annimmt, daß gleich weit entfernte Wellenschläge durch ein Mittel gehen, dessen Theile langsamere Schwingungen, als die Wellenschläge sind, aufnehmen können, so wird durch dieses Bestreben zu schwingen ihre Geschwindigkeit etwas, und zwar in demselben Mittel um desto mehr vermindert werden, je häufiger die Wellenschläge sind.

8. Wenn zwey Wellenschläge verschiedenen Ursprunges, entweder vollkommen oder sehr nahe in der Richtung zusammen kommen, so ist ihr gemeinschaftlicher Effekt eine Combination der Bewegungen von beyden.

9. Strahlendes Licht besteht aus Wellenschlägen des lichtbringenden Aethers.

Aus diesen Hypothesen und den daraus abgeleiteten Sätzen sucht Young sehr scharfsinnig alle Erscheinungen, welche vom Lichte abhängen, zu erklären, und selbst diejenigen Einwürfe, welche seiner Theorie gemacht sind und gemacht werden könnten, zu beantworten.

(Zus. zu S. 283. Th. III.) Ueber den Einfluß des Lichtes auf die Vegetation hat besonders Decandolle *) mehrere Versuche angestellt. Er fand, daß sowohl das künstliche Licht als auch das Tageslicht sowohl auf das Aufkeimen der Pflanzen als auf ihre grüne Farbe einen gleichen Einfluß besitze; nur war die grüne

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XIV. S. 364. ff.

Farbe im Lampenlichte etwas weniger schwächer, als die der zu gleicher Zeit in der freyen Luft erzeugten Pflanzen. Ueberhaupt bewiesen seine mannichfaltigen Versuche, daß das Licht auf das Saugungsgeschäft der Wurzeln und Zweige, auf die Erscheinungen des Wachens und Schlafens und auf die Gefäße der Pflanzen einen vorzüglichen Einfluß haben. So fand er nur Rindenporen an denjenigen Pflanzen, welche der freyen Luft und dem Lichte ausgesetzet sind; nie aber an den Theilen der Grashalme, die mit den Blattscheiden bedeckt sind, auch nicht auf der innern Fläche dieser Scheiden; ferner fand er sie nicht auf der innern Fläche der Kelchschuppen der zusammengesetzten und mehrerer andern Blumen-Pflanzen, welche unter dem Wasser wachsen, besitzen die Rindenporen gar nicht; die Theile der Wasserpflanzen aber, welche aus dem Wasser hervorragen, sind mit ihnen übersäet.

(Zus. zu S. 627. Th. VI.). Das Leuchten der Katzenaugen betrachtet Prevoſt *) als ein vom Auge reflectirtes Licht. Allein Placi. Heinrich bemerkt ganz richtig, daß diese Ansicht ganz unzureichend ist, viele Erscheinungen zu erklären, welche sich gar nicht leugnen lassen, ohne bestimmten Beobachtungen geradezu zu widersprechen. Heinrich **) betrachtet vielmehr das nächtliche Sehen und Leuchten der Katzenaugen unter dreyerley Beziehung, und erklärt solches aus drey Ursachen. Das Katzenauge ist nämlich 1. für sich zum Nachtsehen eingerichtet. Das Nachtsehen beruht bey den meisten Raubthieren auf der großen Reizbarkeit ihres Sehorgans, unterstützt durch die ungewöhnliche Erweiterung des Augensternes, und es würde das Katzenauge das beste und zuverlässigste Photometer seyn, wenn man seine Oeffnung in jedem Falle genau und bequem messen könnte.

*) Biblioth. Britannique. Octob. 1810.

**) Die Phosphorescenz der Körper. Dritte Abhandl. 1815. 4. S. 384. ff.

2. Iſt das Katzenauge ein Spiegel und ein Phosphor durch Iſolation, und

3. iſt es ein eigenthümlicher Phosphor.

Bey alle dem ſcheint aber doch ſehr vieles von der Willkühr des Thieres ſelbſt abzuhängen, und dieſen Umſtand fand Heinrich in der Folge vorzüglich beſtätigt, beſonders wenn es gereizt wird, z. B. durch Vorweiſen eines Leckerbiſſen, u. dergl.

Lithion (Lithion) (N. A.) iſt ein gegen Ende des Jahres 1817. von **Arfredſon** in dem Laboratorium des Herrn **Berzelius** entdecktes neues Alkali, welches er bey der Analyſe eines Foſſils von **Utön**, das unter den von d'**Andrada** ihm ertheilten Namen: **Petalit** bekannt war, wahrnahm. Dieſes Alkali erhielt den Namen Lithion (von λειθειος, ſteinern), um damit zu bezeichnen, daß daſſelbe zuerſt im Mineralreiche aufgefunden worden ſey, und daher wahrſcheinlich nicht, wie die übrigen Alkalien, zugleich ein Beſtandtheil der organiſchen Natur ſeyn möchte. **Arfredſon** fand den Petalit zuſammengeſetzt

aus 79,212 Theilen Kieſelerde
— 17,225 — Thonerde, und
— 5,761 — des neuen Alkali's.

Nachher entdeckte er auch 8,85 pCt. Lithion im Spodumen, und in einem in Petalit und Quarz eingewachſenen, bläulich grünen Turmalin von **Utön** ebenfalls 4,3 pCt dieſes Alkali's.

Aus den vorbenannten Mineralien wird das Lithion auf folgende Art gewonnen: man reibt dieſelben in ſteinernen Mörſern zum feinſten Pulver, ſchlämmt daſſelbe, vermiſcht es hierauf mit dem doppelten Gewichte cauſtiſcher Kalkerde, und ſetzt es einem heftigen Glühefeuer aus. Die gebrannte Maſſe wird in Salzſäure aufgelöſt, nachher mit Schwefelſäure zur Sättigung der Kalkerde gemiſcht, und zur Trockene abgedampft. Wenn ſie einen Ueberſchuß an Schwefelſäure enthalten ſollte, wird dieſer durch Hitze verjagt. Die trockne Gyps-

masse wird zerstoßen und mit Wasser digerirt. Dieses löst schwefelsaures Lithion mit schwefelsaurer Thonerde und etwas Gyps auf. Die Auflösung wird mit Kreide zur Fällung der Thonerde digerirt, und nachher der noch rückständige Kalkgehalt durch kleesaures Ammoniak ausgefüllt. Die durchgeseihte Flüssigkeit dampft man bis zur Trockniß ab, und glühet das Salz, welches nun schwefelsaures Lithion ist.

Um nun das Lithion daraus zu scheiden, wird das Salz im Wasser aufgelöst, und mit essigsaurem Baryt (oder auch mit essigsaurem Bleyoxyd) niedergeschlagen, alsdann das essigsaure Salz bis zur Trockene abgedampft, und so lange gebrannt, bis die Essigsäure zerstört ist, wo sodann kohlensaures Lithion zurückbleibt, das mit kohlensaurem Baryt (welcher von dem im Ueberflusse zugesetzten essigsauren Baryt herrührt) gemengt ist. Bedient man sich des essigsauren Bleyoxyds zum Niederschlagen, so muß der Ueberschuß des zugesetzten Bleysalzes, nach dem Filtriren der Flüssigkeit durch geschwefeltes Wasserstoffgas, oder durch kohlensaures Ammoniak gefällt werden.

Die Kennzeichen dieses Alkali's sind folgende: Im kohlensauren Zustande ist es sehr schwerlöslich, und muß ganz fein zerrieben und mit vielem Wasser gekocht werden, wenn es sich darin auflösen soll. Die Lösung schmeckt und reagirt stark alkalisch. Wird dieselbe mit ätzender Kalkerde gekocht, so erhält man ätzendes Lithion, welches denselben brennenden Geschmack, wie ätzendes Natron und Kali besitzt. Nach dem Abdampfen der Auflösung bleibt eine Salzmasse zurück, welche Lithionhydrat ist, und schon bey schwacher Glühehitze schmilzt. Erkaltet ist es im Bruche krystallinisch und wird an der Luft nicht feucht. Es löst sich im Wasser langsam, jedoch leichter als das kohlensaure Lithion auf.

Das Lithion muß sowohl im ätzenden als auch im kohlensauren Zustande im Silbertiegel geschmolzen wer-

den, weil das Platin selbst vom kohlensauren Salz stark angegriffen wird, so daß sich die Anwesenheit des kohlensauren Lithions gewöhnlich dadurch zu erkennen giebt, daß der Platintiegel oberhalb der geschmolzenen Masse, wo er von der Luft getroffen wird, stark angreift.

Nach Davy's Versuchen wird das Lithion eben so, wie die metallischen Radikale der übrigen Alkalien, zu einem Metalle reducirt, wenn man es der reducirenden Einwirkung der elektrischen Säule aussetzt.

Nach den Untersuchungen über die Mengen der Salzsäure und Schwefelsäure, welche zur Sättigung des Lithions erfordert werden, hat Arfredson berechnet, daß dasselbe 43,9 Procent seines Gewichtes Sauerstoff und 56,1 Procent Lithium, oder metallisches Radikal enthält.

Mit den Säuren verbindet sich das Lithion zu verschiedenen Salzen.

M. s. Lehrbuch der Chemie von Berzelius. B. I Dresd. 1823. 8. S. 367 ff.

Luft (Zus. zu S. 629. Th. VI.) Gay-Lussac und Dalton hatten zwar ziemlich übereinstimmend gefunden, daß gleiche Volumina der elastischen Flüssigkeiten sich bey einer Temperaturerhöhung vom Frost- bis zum Siedpunkte gleichviel ausdehnen, und zwar um 37,5 oder um 0,375, nachdem das Volumen der Luft beym Frostpunkte als 100 oder als 1 gesetzt wird. Allein Gilbert und Soldner bemerkten, daß Gay-Lussac nicht angegeben habe, bey welchem Siedpunkte das Resultat gefunden sey, und ob er dabey die nöthige Correction wegen der Ausdehnung des Glases angebracht habe *). Inzwischen wurde Gay-Lussac durch la Place veranlaßt, neue Versuche über diesen Gegenstand

*) Gilbert's Annalen der Physik. Th. XIV. S. 281 f. B. XXV. S. 413 f.

anzustellen, wobey auf alle nöthige Umstände Rücksicht genommen wurde. Gay-Lussac suchte nämlich mehrere Queckſilber- und Luftthermometer aufs sorgfältigste zu graduiren, und besonders die Glasröhren, aus welchen er die Thermometer verfertigte, vollkommen zu trocknen; denn die Feuchtigkeit ist die Haupturſache gewesen, daß die Resultate der von mehreren Physikern angestellten Versuche so verschieden ausgefallen sind. Diese Thermometer tauchte er in dasselbe Wasser von der Temperatur des schmelzenden Eises, und in dasselbe kochende Wasser; und so fand er im Mittel aus 25 Versuchen, nachdem jedesmal wegen der Ausdehnung des Glases und wegen der Veränderung des Luftdruckes die gehörige Correction geschehen war, daß eine Luftmasse, welche in der Temperatur des thauenden Eises den Raum 1 einnimmt, in der Temperatur des kochenden Wassers sich bis zum Volumen 1,375 unter einem Drucke von 0,76 meters (28 Pariſ. Zoll) Barometerhöhe ausdehnt.

Um zu prüfen ob ein Luft- und ein Queckſilberthermometer in ihrem Gange übereinstimmen, theilte Gay-Lussac den Raum, um welchen die thermoskopischen Flüssigkeiten in beyden Thermometern sich vom Froste, bis zum Siedpunkte des Wassers ausdehnen, genau in zwey gleiche Theile, wodurch er in jedem den 50sten Grad der Centesimalskale erhielt. Hierauf tauchte er sie in Wasser von dieser Temperatur, und fand, daß der Stand beyder immer nur höchst wenig verschieden, und bald das eine, bald das andere das höhere war, so daß es im Mittel aus 20 Versuchen zwischen dem Stande beyder keinen merkbaren Unterschied gab; woraus er folglich schloß, daß vom Nullpunkte bis zum Siedpunkte des Wassers der Gang des Luftthermometers und der des Queckſilberthermometers sehr nahe derselbe ist *). Gay-Lussac's sehr genauen Versuche widerle-

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XXV. S. 394. ff.

gen also das von Dalton aus seinen Versuchen geschlossene Resultat, daß sich nämlich das Queckſilber mit zunehmender Wärme verhältnißmäßig stärker, als die Luft, ausdehne.

Biot und Arago *) haben auch eine genaue Abwägung der Luft, des Queckſilbers und des Waſſers unternommen. Zu der Wägung der Gasarten gebrauchten sie einen großen Glasballon, welcher zuerſt luftleer und dann mit Luft gefüllt gewogen wurde. Beym Abwägen ſelbſt wurde nicht allein aus den Barometer- und Thermometerſtand, ſondern auch auf den Hygrometerſtand geſehen. Denn da nach la Place das ſpecifiſche Gewicht des Waſſerdampfes bey gleicher Elaſticität nur $\frac{10}{16}$ von dem ſpecifiſchen Gewichte der Luft ausmacht, ſo würde der Ballon, wenn er in feuchter Luft gewogen wird, weniger als in völlig trockener Luft an ſeinem Gewichte verlieren. Sie beſtimmten das abſolute Gewicht der Gasarten nach einer Formel, welche ſie aus de Sauſſure's hygrometriſchen Verſuchen abgeleitet hatten. Dieſe Formel gab ihrer Meinung nach das abſolute Gewicht eben ſo, als ſie es gefunden haben würden, wenn ſie die Gasarten im luftleeren Raume in dem Normalzuſtande von 0° Wärme und unter dem unveränderlichen Drucke von 0,76 métres hätten wiegen können.

Der Ballon wurde gefüllt und luftleer in der möglichſt kleinſten Zeit hinter einander gewogen, damit die dünne Lage von Waſſerdunſt, womit die Oberfläche des Glaſes ſich bezieht, in beyden Fällen dieſelbe bleiben möchte; denn eine Veränderung derſelben könnte eine merkbare Einwirkung auf die Reſultate haben. Durch dieſe Vorſicht brachten ſie es dahin, daß ihre Reſultate nach allen Correctionen nur um einige Tauſendel eines Gramms von einander abwichen, ob ſie gleich bey verſchiedenen Zuſtänden der Atmoſphäre gemacht wurden.

Biot und Arago fanden auf dieſe Art in acht verſchiedenen Abwägungen das Gewicht der atmoſphäriſchen

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXVI. S. 162. ff.

Luft im Mittel 7,25215 Gramms. Ueber die Abwägungen der übrigen Gasarten geben sie bloß die allgemeinen Resultate an, welche bereits in der Tabelle S. 378. Th. VIII. sind mitgetheilt worden.

Folgende Tafel giebt die Gewichte einiger, als vollkommen trocken genommen, Gasarten an:

Namen der Gasarten	Gewicht eines Cubikcentimeters in Grammen bey der Temperatur des schmelzenden Eises und unter dem Druck 0^m, 76 unter der Breite von 45° gefunden.
Atmosphärische Luft	0^g,001299075
Sauerstoffluft	0,001433530
Stickluft	0,001258972
Wasserstoffgas	0,0000951053
Kohlensaures Gas	0,001974088
Salzsaures Gas	0,001619943
Ammoniumgas	0,000775145
Wasserdunst	0,000810249

Um das Gewicht des Queckſilbers genau zu erhalten, brachten Biot und Arago deſtillirtes Queckſilber in einen gläſernen Kolben mit einem ſehr engen Halſe, deſſen Mündung eben abgeſchliffen war, und ſuchten durch Abkochen des Queckſilbers, unter der Luftpumpe daſſelbe von allem Waſſerdampfe und von der Luft zu befreyen. Wenn das Queckſilber die Temperatur der Luft hatte, ſchoben ſie eine matt geſchliffene Glasebene über die Mündung des Kolbens, und wogen das Ganze mit der größten Vorſicht. Auf dieſe Art fanden ſie in zwey zu verſchiedenen Zeiten gemachten Abwägungen das Gewicht des Queckſilbers im Mittel 1345,5784 Gramms, bey der Temperatur von 0° und dem Barometerſtande von 0,76 mètres.

Um nun noch das Verhältniß des Inhaltes des kleinen und des großen Kolbens genau zu beſtimmen, füllten Biot und Arago beyde mit derſelben Vorſicht, wie beym Queckſilber, mit Waſſer an, und fanden das Gewicht bey zwey verſchiedenen Abwägungen im Mittel in

dem kleinen Kolben 98,497 Gramms, und im großen Kolben 5567,768 Gramms. Hieraus ergab sich das Verhältniß der specifischen Gewichte der Luft und des Queckſilbers zu einander im Mittel wie 1 : 10463 für die Breite von Pairs, wenn man das Gewicht der völlig trockenen Luft, bey 0° Wärme und 0,76 mètres Barometerſtand gleich 1 ſetzt. Auf 45° Breite wird dieß specifische Gewicht gleich 10466,8.

Aus dieſen genauen Verſuchen und Beſtimmungen hat Tralles *) berechnet, daß das Queckſilber bey der Temperatur des thauenden Eiſes 13,59925 Mal ſchwerer als Waſſer iſt. Nach dieſer Vergleichung zwiſchen Queckſilber- und Waſſerdichte iſt alſo die atmoſphäriſche Luft beym Eispunkte $\frac{10466,8}{13,59925}$ oder 769,66 Mal leichter als Waſſer, oder die Dichte von dieſem 1 geſetzt, iſt die Dichte der Luft 0,00129927.

Später nachher wurde entdeckt, daß gasförmige Subſtanzen, wenn ſie durch Waſſer hindurch in andere Gefäße übergeleitet werden, einander (theilweis) wechſelſeitig austreiben, ſo daß die neu hinzugetretene Gasart mit dem Waſſer ſich verbindet, aus welcher ſie die früher darin befindliche geſchieden hat. Dieſe Erſcheinung mußte zu der Zeit, als Biot und Arago ihre Verſuche anſtellten, theils bey Bereitung der Gasarten, theils ſelbſt während der ganz kurzen Zeit, die zu ihrer Einbringung in den Ballon erforderlich war, ſtatt finden, indem dieſe Operationen gewöhnlich ſo vorgenommen werden, daß man die Gasarten durch Waſſermaſſen ſtreichen läßt, die, da ſie frey an der Atmoſphäriſchen Luft ſtehen, immer mit ſolcher geſchwängert ſeyn müſſen. Die Herrn Dulong und Berzelius haben durch neue Verſuche, wobey dieſer letzte Umſtand beſeitiget worden, in Anſehung der specifiſchen Gewichte der Gasarten andere, wiewohl ſehr wenig verſchiedene

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXVII. S. 420.

Bestimmungen, als die der Herren Biot und Arago, gefunden. M. s. den Artikel: Schwere, specifische.

Eine hierher gehörige von Doebereiner zufällig beobachtete Erscheinung ist besonders merkwürdig, und scheinet der Corpuscular-Philosophie sehr günstig zu seyn. Nachdem nämlich Doebereiner *) seine merkwürdigen Versuche über das Platin begann, bereitete er sich der Ausführung und mehrmaligen Wiederholungen derselben wegen eine große Menge Wasserstoffgas. Zufällig blieben mehrere von diesem Gase gefüllte Medicinalgläser auf der Brücke der hydropneumatischen Wanne bloß mit Wasser gesperrt eine Nacht lang stehen. Am andern Morgen war eines derselben bis auf $\frac{1}{3}$ der Höhe seines innern Raumes mit Wasser angefüllt, und es konnte keine Ursache dieser sonderbaren Erscheinung aufgefunden werden, als bloß ein sehr feiner Sprung in der Wand des Glases. Um nun zu erfahren, ob dieser Sprung allein die Ursache dieser Erscheinung gewesen füllte er das Glas aufs neue mit Wasserstoffgas an, und ließ es wieder auf der Brücke der Wanne, so daß die Mündung desselben von außen bloß $\frac{1}{2}$ Zoll hoch mit Wasser gesperrt blieb, stehen. Nach einer Zeit von 12 Stunden, binnen welcher sich weder die Temperatur noch der Barometerstand sehr auffallend verändert hatte, war wieder so viel Wasser in das Glas gedrungen, daß es in demselben $1\frac{1}{2}$ Zoll höher stand, als in der Wanne, und nach 24 Stunden betrug dieser höhere Wasserstand im Innern des Glases (welches 6 paris. Zoll hoch war) nahe $2\frac{2}{3}$ Zoll.

Hierauf füllte nun Doebereiner mehrere andere gesprungene Gläser von sehr verschiedener Form (gesprungene Kolben, Cylinder, Glocken und Glasröhren, welche an einem Ende zugeschmolzen waren) mit Was-

*) Ueber neu entdeckte höchst merkwürdige Eigenschaften des Platins und die pneumatisch-capillare Thätigkeit gesprungener Gläser, ein Beytrag zur Corpuscularphilosophie. Jena 1823. 4.

ſerſtoffgas, und ließ ſie mit Waſſer geſperrt ſtehen. Jedes derſelben zog, wie wohl in verſchiedener Zeit, Waſſer auf, und zwar ſo lange, bis dieſes zuletzt im Innern der Gläſer 2 bis $2\frac{2}{3}$ Zoll höher ſtand, als in der Wanne. Das in den Gläſern zurückgebliebene Waſſerſtoffgas enthielt zwiſchen 6 und 8 Procent Stickgas, aber keine Spur von Sauerſtoffgas.

Wurde irgend eines dieſer mit Waſſerſtoffgas gefüllten und mit Waſſer geſperrten Gläſer mit einer Glocke bedeckt, oder, ſtatt mit Waſſerſtoffgas, mit atmoſphäriſcher Luft, mit Sauerſtoffgas oder mit Stickgas gefüllt; ſo erfolgte jene Erſcheinung nie, denn das geſperrte Gas behauptet ſeinen urſprünglichen Raum.

Geſprungene Gläſer, und, wie Doebereiner nachher fand, auch tubulirte Glasglocken, welche mit eingeriebenen, aber nicht geölten oder mit Fett bedeckten Glasſtöpſeln verſchloſſen ſind, haben daher die Eigenſchaft, das in ihnen enthaltene Waſſerſtoffgas bis zu einem gewiſſen Grade der Verdünnung deſſelben auszupumpen, nach Doebereiner höchſt wahrſcheinlich in Folge einer capillaren Thätigkeit, welche durch die zwey an einander gedruckten Glasflächen hervorgebracht wird. Aber warum, fragt er, unterliegt dieſer Thätigkeit nur allein das Waſſerſtoffgas? warum gehorcht derſelben nicht jede andere elaſtiſche Flüſſigkeit? Man werde, um dieſe Fragen genügend beantworten zu können, annehmen müſſen: daß alle Gasarten aus ſoliden von Wärme umgebenen Atomen beſtehen; daß das Volumen dieſer Atome der verſchiedenen Gasarten von verſchiedener Größe ſey; daß die Atome des Waſſerſtoffgaſes das kleinſte Volumen haben, aber von ſehr ausgedehnten Wärmeatmoſphären umgeben ſeyn, und daß mithin das Waſſerſtoffgas nur wegen der Kleinheit ſeiner Atome von Glasſprüngen angezogen werden könne. Und in der That gehe auch aus dem ſpecifiſchen Gewichte, der ſpecifiſchen Wärme und der chemiſchen Sättigungscapacität des Waſſerſtoffgaſes hervor, daß die Atome deſſelben ſehr

klein, ihre Wärmeatmosphären aber sehr groß seyn müßten.

Vielleicht ließe sich diese Erscheinung zur Berechnung des Volumens eines Wasserstoffatomes benutzen. Wahrscheinlich gebe es gesprungene Gläser, welche auch Stickgas, aber kein Sauerstoffgas, und wieder andere, welche dieses aber kein kohlensaures Gas oder Wasser u. s. w. auspumpen, und in diesem Falle könnte auch das Volumen der Atome dieser Gase durch Rechnung gefunden werden. Folgende Erscheinung, welche ihm vor einigen Jahren begegnet sey, wäre dieser Vermuthung im hohen Grade günstig. Er wollte nämlich eine Thermometerkugel, deren Röhre er am obern Ende vor dem Lampengebläse zu einer höchst feinen langen Spitze ausgezogen hatte, mit absolutem Alkohol füllen, und erhitzte zu dem Ende die Kugel durch die Flamme einer Weingeistlampe so lange, bis aus dem spitzen Ende der Röhre, welches in Alkohol eingesenkt war, keine Luftbläschen mehr hervortraten. Nun ließ er die Kugel erkalten, damit an die Stelle der verdrängten Luft Alkohol treten möge, aber zu seinem Erstaunen erfolgte dieß nicht. Er wiederholte die Erwärmung der Kugel, wodurch ein neues Ausströmen von unzähligen Luftbläschen veranlaßt wurde, aber sie füllte sich nach dem Erkalten nicht wieder mit Alkohol, sondern blieb, wie zuvor, völlig leer. Nun untersuchte er die Spitze der Röhre mit einer Loupe, um zu erfahren, ob sie vielleicht verstopft sey; aber er konnte durchaus nichts entdecken, was den Andrang des Alkohols hätte hinderlich seyn können; jedoch bemerkte er in dem äußersten Theile der Glasspitze etwas eingezogenen Alkohol, welcher sich wallend und hüpfend bewegte. Nachdem er diese sonderbare Erscheinung etwa ¼ Stunde lang beobachtet hatte, erwärmte er die Glaskugel zum dritten Male; es trat aus der Spitze der Röhre, welche beständig in Alkohol eingesenkt erhalten worden war, wieder ein Strom von Luftblasen hervor, aber es drang nach dem Erkalten der

Kugel auch dießmal kein Alkohol ein, sondern es stellte sich an der Spitze der Röhre wieder die vorige Erscheinung dar. Nunmehr zog er die Röhre aus dem Alkohol an die freye Luft, welche nun zischend in die Kugel eindrang und diese so ausfüllte, daß die Ganze innere Fläche der Glaskugel von verdichtetem Aetherdampfe getrübt wurde.

Diese Erscheinung beweise, wenn er nicht irre, daß die Spitze der Glasröhre wegen ihrer Feinheit keinen Alkohol, sondern nur die in demselben enthaltene Luft, deren Menge 11 Volum Procente betrage, aufsaugen könnte; daher die wallende Bewegung des in die Spitze eingedrungenen Alkohols.

Sollten aber alle diese Erscheinungen auf keine andere und befriedigernde Art erklärt werden können, als durch die mit Nichts erwiesene Voraussetzung, daß jedes Körperliche aus Atomen zusammengesetzt sey? Nach meiner Ansicht lassen sie sich auf folgende Art mit den bisherigen Erfahrungen völlig übereinstimmend und daher viel naturgemäßer erklären. Es ist durch keine einzige Erfahrung, ja selbst nicht mit Hülfe der größten Vergrößerung dargethan, daß flüssige Materien leere Zwischenräume besitzen; man muß daher selbst den Erfahrungen zu Folge dieselben als solche Materien annehmen, die den Raum, wie ein continuum, erfüllen, wo sich also durchaus kein Atom denken läßt. Die Flüssigkeiten oder die formlosen Materien erhalten erst durch Einwirkung anderer Kräfte andere Formen. So verwandeln sich z. B. Flüssigkeiten durch Einwirkung der Wärme in dunstförmige Bläschen; ja in Verbindung mit anderer Materie können sie in fester Form erscheinen, wie bey Krystallisationen, u. s. f. Es ist daher gar keinem Zweifel unterworfen, daß auch permanent elastisch-flüssige Materien durch Einwirkung anderer Kräfte verschiedene Formen anzunehmen im Stande sind, welche nach der verschiedenen Natur der Gasarten nothwendig auch verschieden seyn müssen.

Durch die Haarröhrchen thätige Kraft der zersprungenen Gläser läßt es sich daher sehr wohl denken, daß das in selbigen befindliche Wasserstoffgas durch diese Kraft in solche kleine Theilchen geformt werde, daß sie durch die Reitze hindurch dringen und entweichen können, welches bey andern Gasarten, die durch dieselbe Kraft ganz andere Formen in Ansehung ihrer Theilchen annehmen müssen, der Fall nicht ist. Sehr wahrscheinlich würde, auch nur durch die feine Oeffnung der Glasröhre an der Thermometerkugel bloß Aetherdampf durchgelassen, nicht Alkohol, weil die durch Einwirkung irgend einer Kraft geformten Alkoholtheilchen durch die enge Oeffnung nicht durchgetrieben werden konnten.

Es ist bereits unter dem Artikel: Eudiometer (Th. VIII. S. 640.) bemerkt worden, daß die Salubrität der atmosphärischen Luft nicht von der Verschiedenheit der Bestandtheile, des Sauerstoff- und Stickgas abhänge. Man hatte zwar schon seit mehreren Jahrhunderten die epidemischen und endemischen Krankheiten gewisser in der Luft befindlichen Miasmen zugeschrieben, ohne daß man dieselben nur auf irgend eine Weise habe bemerklich machen können; daher sie auch von vielen für hypothetisch sind gehalten worden: allein Thenard und Dupuyrten *) hatten einen Versuch angestellt, dessen Resultat einiges Licht über die Miasmen in der Luft zu verbreiten scheint. Sie schüttelten nämlich destillirtes Wasser mit Kohlenwasserstoffgas, welches aus mineralischen Substanzen war gewonnen worden. Dieses Wasser ruhig an der Luft stehen gelassen, ließ allmählig das aufgenommene Gas entweichen, ohne daß es trübe oder verdorben wurde. Ganz anders war aber der Erfolg, als zu dem Versuche ein Wasserkohlenstoffgas angewandt wurde, welches man durch Fäulniß einer thie-

*) Annales de chimie Tom. LXXXII. p. 330-331. Juin 1812. aus einem Aufsatze von *C. L. Cadet* im Bulletin de pharmacie Tom. II. p. 60-61. 1810. genommen.

rischen Substanz erhalten hatte; das Wasser wurde faul, es trübte sich und setzte Flocken einer wahrhaft thierischen Substanz ab. Dieses Gas enthielt also offenbar Miasmen, welche die Bildung jener Flocken und die Fäulniß des Wassers bewirkten.

Aehnliche Versuche hat auch Moscati *) in Italien angestellt. Die Reisernte auf den feuchten Reisfeldern Toscanas veranlassen nämlich alljährlich epidemische Krankheiten und Fieber. Daher äußerte Moscati den Wunsch, die Natur der aus den sumpfigen Reisfeldern aufsteigenden Dünste kennen zu lernen, und hing dieserhalb in einiger Entfernung vom Boden mit Eis gefüllte Glaskugeln auf, auf welche sich die Dünste zu Reif verdichteten, welcher gesammelt und geschmolzen wurde. Die Flüssigkeit war ganz klar, in Kurzem aber füllte sie sich mit Flocken an, welche bey der Untersuchung ganz die Natur einer thierischen Substanz zeigte; nachher ging die Flüssigkeit in Fäulniß über. Denselben Erfolg erhielt Moscati, als er die Kugeln in Hospitälern über Kranke aufhing.

M. s. Schweigger's Journal für Chemie und Physik. B. V. S. 322 f.

Luftelektricität (Zus. zu S. 629. Th. VI.). Der Herr v. Gersdorf β) fand aus seinen genau angestellten Versuchen folgende sehr merkwürdige Resultate: die Luft scheint zu allen Zeiten, sowohl bey Tage, als bey der Nacht, elektrisirt zu seyn; stellt sich zuweilen auch eine Pause ein, so ist dieß meistens eine Folge vom Uebergange der einen Elektricität in die andere, welche oft sehr schnell geschieht. Obgleich die Luft, ohne Regen und Schnee, fast immer schwächer, und besonders, bey heiterm Himmel, weit öfter positiv als negativ elektri-

*) Schweigger's Journal B. V. S. 323.

β) Ueber meine Beobachtungen der atmosphärischen Elektricität zu Meffersdorf in der Oberlausitz, nebst einigen daraus gezogenen Resultaten. Görlitz. 1802. 4. mit 15 Kupfert.

sirt ist, so ist sie doch bisweilen, besonders bey Südsturm, ungewöhnlich stark negativ elektrisirt, selbst bey hellem Himmel, am häufigsten aber bey Schneegestöber. Bey trübem Himmel, ohne Regen oder Schnee, ist die Elektricität meistens schwächer, als bey hellem Himmel; ist das Zenith bloß wolkenlos, so wird sie gleich stärker. Bey Regen, Schnee und Graupeln, wenn es auch gleich dabey nicht donnert, erreicht die Elektricität oft ihren stärksten Grad, und geht oft schnell in die entgegengesetzte über. Bey anhaltendem Regen- oder Schneewetter erreicht sie nur selten ihren höchsten Grad. Bey Gewittern, welche nicht über eine Meile entfernt sind, hat allezeit der Blitz eine sehr starke, äußerst schnelle Wirkung auf die Elektricität der Luft. Je mehr die senkrechte Höhe des Drachen beträgt, desto stärker ist die Elektricität an seiner Schnur zu bemerken. Der Funke aus der Drachenschnur ist zwar kürzer, aber weit stechender, als bey der Elektrisirmaschine, zuweilen stark erschütternd. Der Apparat, womit diese Versuche angestellt werden, besteht in einer gut isolirten eisernen Stange, die über der Kugel eines eigends dazu erbaueten Sommerhauses, bis auf eine beträchtliche Höhe in die freye Luft geführt, und an ihrer Spitze vergoldet ist. Da, wo sie durch das Dach eines Gebäudes geht, ist sie durch Glasröhren gut isolirt, und im Gebäude selbst sind Vorrichtungen angebracht, wie man sie bey Elektrisirmaschinen zu haben pflegt, z. B. isolirte Leiter, Auslader, Elektrometer, Condensator, Glockenspiel; zugleich ist auch eine sogenannte Ableitung auswendig am Gebäude nach dem Grunde desselben angebracht, die nach Erfordern leicht von der Auffangstange getrennt werden kann. Für Beobachtungen der Elektricität aus höhern Gegenden bedient sich v. Gersdorf eines papiernen Drachens mit einer 1000 Fuß langen Schnur, in welcher ein feiner Metallfaden geflochten ist. Außer der abgebildeten und beschriebenen ältern Einrichtung eines solchen Drachengerippes

theilt der Verfasser auch noch ein neueres zweckmäßigeres mit, zeigt auch allerley Vortheile an, wie man bey einem solchen Drachen das Schwänken verhüten, seine Schnur isoliren und auch leicht wieder mit der Erde verbinden kann; die hierzu nöthigen Vorrichtungen sind alle genau beschrieben, und deutlich abgebildet. Es wird auch gezeigt, wie man an einer solchen Drachenschnur nicht allein die geringste Spur von Elektricität erkennen, sondern auch wie man mit Leichtigkeit erforschen kann, ob sie positiv oder negativ ist. Ein bequemes Werkzeug hierzu ist ein Weißisches Elektrometer nebst einem Stängelchen, an dessen einem Ende ein Knöpfchen von Elfenbein und am andern eins von Bernstein befindlich ist. Durch schwaches Reiben des einen oder des andern am wollenen Kleide erhält man, vom erstern positive, vom letztern negative Elektricität, die am Elektrometer angebracht, wo die Streifchen bereits von der Luftelektricität aus einander getrieben sind, sogleich die Art der Elektricität bemerklich machen. Der Verfasser beschreibt auch eine Reihe schöner Versuche am Elektrophor, wo man die Art der Luftelektricität durch Staubfiguren erkennen kann, wenn man nämlich ein Verstärkungsfläschchen an der Drachenschnur ladet, und damit auf den Harzkuchen schreibt. Er giebt dabey verschiedene Pulvergemische an, wodurch die herrlichsten Erscheinungen hervorgebracht werden können. Vorzüglich schön nehmen sich die verschiedenen farbigen Feuerbüschel aus, welche die Luftelektricität liefert, die zuweilen so stark ist, daß diese Büschel beträchtlicher als an großen Elektrisirmaschinen werden; ja man erhält sogar Funken von mehr als einem Fuß Länge.

Herr Schübler *) hat eine sehr große Reihe von Versuchen über die atmosphärische Elektricität angestellt, welche Aufmerksamkeit verdienen, indem sie ununter-

*) Schweigger's Journal für Chemie und Physik. B. VIII. S. 21. ff.

brochen wenigſtens Ein Jahr hindurch vom Juni 1811 bis Juni 1812 ſind gemacht worden. Aus dieſen ſeinen Beobachtungen ergaben ſich im Allgemeinen folgende Reſultate. Bey heiterm Himmel zeigt ſich

1. Das ganze Jahr hindurch ein täglich zweymal periodiſches Steigen und Fallen der atmoſphäriſchen Elektricität; ſelbſt bey bewölktem Himmel zeigt ſich noch etwas von dieſen Perioden, ob ſie gleich hier immer weit kleiner ſind.

2. Die Zeit des Eintritts des Maximums und Minimums, iſt verſchieden, je nach den verſchiedenen Jahreszeiten, ſie richtet ſich vorzüglich nach den verſchiedenen Auf- und Untergang der Sonne; der Eintritt des erſten Maximums iſt am früheſten in den langen Sommertagen, am ſpäteſten in den kurzen Wintertagen, wo es ſich mehr der Mittagsſtunde nähert, hingegen iſt der Eintritt des zweyten Maximums am ſpäteſten an den längſten Sommertagen, am früheſten aber in den kurzen Wintertagen. Es iſt daher die Entfernung des erſten elektriſchen Maximums vom zweyten am größten in den Sommertagen, hingegen am kleinſten in den kurzen Wintertagen, wo beyde Maxima vorzüglich bey kalter nebeliger Witterung im Winter gleichſam in ein einziges Maximum zuſammen zu fließen ſcheinen, wenigſtens ſich ſehr annähern.

3. Die Zeit des Eintritts des Maximums iſt übrigens auch zu derſelben Jahreszeit nicht immer gleich; zuweilen wurde es des Morgens ſpäter, und des Abends früher, als gewöhnlich, bemerkt, wenn die Temperatur der Atmoſphäre für dieſe Jahreszeit geringer als gewöhnlich war. Dieſes wurde ſowohl bey ſtrenger Winterkälte als an einzelnen rauhen kühlen Sommertagen gefunden.

4. Die Stärke dieſer elektriſchen Perioden richtet ſich vorzüglich nach der Heiterkeit des Himmels; ſie ſind am größten bey ruhiger heiterer Luft, geringer bey zum Theil bedecktem Himmel, am ſchwächſten und oft kaum

merklich bey ganz bedecktem Himmel, und endlich ganz irregulär, wenn dichte Wolken und Nebel die Atmosphäre erfüllen und ihre oft starke Elektricität den untern Luftschichten mittheilen.

In allen Jahreszeiten findet sich dieses bestätigt und der mächtige Einfluß auf die Bildung dieser Perioden läßt sich wohl hier nicht verkennen.

Ein zweytes dem Licht untergeordnetes Moment, nach welchem sich auch vorzüglich die Stärke dieser Perioden richtet, ist die Ausdünstung und Feuchtigkeit; beyde scheinen sehr wesentlich zu ihrer Bildung beyzutragen. Oefters wurde bemerkt, daß die elektrischen Perioden stärker eintraten, wenn nach früher feuchter Witterung mit Regen sich der Himmel auf einmal aufheiterte, wobey immer das Hygrometer vorzüglich Morgens und Abends einen bedeutenden Grad von Feuchtigkeit anzeigte; daß hingegen die elektrischen Perioden nach und nach geringer wurden, wenn anhaltende Trockenheit eintrat.

5. Das Verhältniß der Stärke der atmosphärischen Elektricität während des Maximums zu der des Minimums, und damit die eigentliche Größe der Veränderung ist in den Sommermonaten beynahe doppelt so groß, als in den Wintermonaten. Eben so ist dieß Verhältniß an heitern Tagen immer weit größer als an trüben. Vergleicht man die einzelnen Monate mit einander, so scheint dieß Verhältniß beynahe in gleichem Schritte zu- und abzunehmen, wie sich die Sonne mehr oder weniger über den Horizont erhebt und uns mehr oder weniger wirksame Strahlen zusendet.

6. Was die jährliche Veränderung der Stärke der atmosphärischen Elektricität in den untern Luftschichten an sich betrifft, so steht sie mit der Temperatur der Luft in indirektem Verhältnisse, sie nimmt mit Annäherung des Winters bey Verminderung der Temperatur immer mehr zu, erreicht ihre größte Stärke bey strenger Winterkälte des Morgens und Abends, wird dann

mit zunehmender Wärme des Frühlings wieder geringer und ist am schwächsten an heißen trockenen Sommertagen in den Nachmittagsstunden zwischen 2 und 5 Uhr.

7. Die Stärke der Elektricität der Nebel steht gewöhnlich im gleichen Verhältnisse mit der Stärke der Elektricität der untern Luftschichten bey heiterm Himmel: sie sind am stärksten elektrisch in den Wintermonaten bey strenger Winterkälte, wo Dünste und Elektricität in den untern Luftschichten mehr frey und ungebunden erscheinen, während zugleich die Elektricität von der mit Eis und Schnee bedeckten Erde weniger leicht abgeleitet wird.

Beym fallenden meteorischen Wasser finden nach Schübler's Beobachtungen folgende Hauptresultate in Ansehung der atmosphärischen Elektricität Statt:

1. Jedes fallende meteorische Wasser (Regen, Schnee, Schneegraupeln, Schloßen) ist bald mehr, bald weniger elektrisch, und die Stärke der Elektricität desselben ist gewöhnlich bedeutend größer, als die der ruhigen atmosphärischen Luft; es zeigt sich hier nicht mehr bloß positive Elektricität, sondern diese wechselt auf die verschiedenste Art mit der negativen Elektricität ab. Nur sehr selten findet sich ein Regen ohne Elektricität, und gewöhnlich geschieht dieß nur dann, wenn ein positiv elektrischer Regen schnell mit einem negativen Regen abwechselt, wo das Elektrometer zuweilen einige Augenblicke auf Null stehen bleibt, oder man findet die Elektricität Null am Anfange und Ende eines negativ elektrischen Regens beym Uebergange der gewöhnlichen positiven Elektricität der Luft in die des Regens, oder überhaupt bey unbedeutend schwachem Regen.

2. Die Stärke der Elektricität des fallenden meteorischen Wassers hat eine jährliche Periode, am stärksten ist seine Elektricität im Sommer, am schwächsten im Winter. Es scheint daher diese jährliche Veränderung der Elektricität des fallenden Wassers in einem bestimmten Verhältnisse zu stehen mit den jährlichen Veränder-

rungen der Elektricität der untern Luftschichten, sowohl was die Stärke ihrer Elektricität, als das Verhältniß ihrer Perioden betrifft. Das fallende meteorische Wasser scheint nämlich desto stärker elektrisch zu werden, je größer und deutlicher die täglichen elektrischen Perioden sind, je schwächer aber die freye Elektricität der untern Luftschicht ist, d. i. je mehr Dünste und Elektricität in einem gebundenen und latenten Zustand in Luftform übergegangen sind; die stärksten elektrischen Regen fallen nämlich in den Sommermonaten, mithin gerade zu der Zeit, wo die täglichen Perioden der atmosphärischen Elektricität am stärksten sind, wo Dünste und Elektricität in großer Vermittelung des Lichtes und der Wärme entwickelt werden, sich aber ebenfalls weit schneller wechselseitig enger bilden, latent werden, und für unsere Sinne und Instrumente als solche verschwinden, bis sie dann wieder in der zuvor oft wolkenlosen Atmosphäre zuerst als Wolken sich zeigen; und dann als stark elektrische Regen oft unter Bliz und Donner aus den höhern Schichten der Atmosphäre wieder auf die Oberfläche der Erde zurückkehren.

Die mittlere Stärke der Elektricität des aus der Atmosphäre fallenden Wassers scheint so im Mittel genommen mit der jährlichen Zunahme des Lichtes und der Wärme in gleichem Verhältnisse zu stehen.

Diese stärkere Elektricität der Regen in den Sommermonaten hängt genau mit folgenden durch viele Beobachtungen erwiesenen Erscheinungen zusammen, daß die Quantität der Ausdünstung ebenfalls im Sommer weit größer ist, daß in den Sommermonaten im Mittel genommen weit mehr Wasser fällt, als in den Wintermonaten, daß im Sommer gewöhnlich die einzelnen Regentropfen weit dichter und größer fallen und daher bey einer gleichen Dauer des Regens die Quantität desselben, durch das Hyetometer gemessen, gewöhnlich auch weit größer ist, welches sich in so auffallendem Grade bey starken Gewitterregen zeigt.

Die einzelnen Regen zeigen sich gewöhnlich desto stärker elektrisch, je dichter sie sind, je mehr Wasser in derselben Zeit auf das Hyetometer fällt. Diese stärkere Elektricität zeigt sich vorzüglich bey einzelnen Platz-, Strich- und Gewitterregen.

Auf solche Art scheint die Erscheinung des stärkern Regens und der stärkern Elektricität derselben sehr schön mit den größern täglichen elektrischen Perioden und der größern Ausdünstung in den Sommermonaten sich vereinigen zu lassen, während im Winter gerade das Gegentheil statt findet, Dünste mit mehr freyer Elektricität oft lange die untern Luftschichten erfüllen, die täglichen Perioden undeutlicher werden, weniger Wasser in Luftform übergeht, in derselben Zeit weniger meteorisches Wasser fällt, hingegen auch seine Elektricität gewöhnlich weit schwächer ist.

3. Eine zweyte nicht weniger merkwürdige Erscheinung des fallenden meteorischen Wassers bietet die Abwechselung zwischen positiver und negativer Elektricität dar. Im Mittel genommen finden sich beyde in den elektrischen Regen von gleicher Stärke. Das Abwechseln zwischen + E und — E läßt sich oft, sehr schön beobachten, wenn einzelne Regengüsse schnell auf einander folgen, wobey nicht selten eben so oft + E und — E von gleicher Stärke mit einander abwechseln. Die Ursache dieser Abwechselung der beynahe gleich oft erscheinenden + E und — E und der beynahe gleichen Stärke derselben ist nicht leicht zu erklären. Man könnte nach Schübler sagen, die höhern Wolkenschichten seyn eben so gut ursprünglich positiv elektrisch wie gewöhnlich die Dünste und Nebel der untern Luftschichten; die negative Elektricität aber werde durch polarischen Gegensatz (Vertheilung) aufgeregt. Oder ist Stickluft als Modification der brennbaren (etwa als oxydirte brennbare) Luft zu betrachten und ist dann das Auftreten beyder Elektricitäten zur Wasserbildung aus der atmo-

sphärischen Luft eben so nothwendig, als beyde Elektricitäten zur Wasserzersetzung erforderlich sind?

4. Die Elektricität des fallenden Schnees zeigte eine Verschiedenheit von der Elektricität des fallenden Regens, welche aber vielleicht bloß scheinbar seyn könnte; Schübler fand nämlich seine Elektricität weit häufiger positiv als negativ. Wahrscheinlich liegt die Ursache des häufiger fallenden positiv elektrischen Schnees zum Theil darin, weil die untern Luftschichten im Winter, vorzüglich bey Nebel, gewöhnlich weit stärker positiv elektrisch sind, als im Sommer, während die Elektricität des fallenden Regens und Schnees überhaupt schwächer ist; ein anfänglich schwach negativ elektrischer Schnee könnte daher erst während des Herabfallens in den untern Luftschichten positive Elektricität erhalten und dadurch im Ganzen diese Ungleichheit entstehen.

In demselben Jahre 1813. hat auch Schübler *) verschiedene Beobachtungen der atmosphärischen Elektricität in den Alpen angestellt. Die erste Untersuchung, welche er in dieser Hinsicht machen zu müssen glaubte, war: ob die atmosphärische Elektricität mit der Erhöhung in unserer Atmosphäre zu oder abnehme? Mit der Erhöhung in freyern höhern Gegenden fand er auf dieser seiner ganzen Reise bey heiterm Himmel beständig eine Zunahme der positiven atmosphärischen Elektricität, welche desto bedeutender war, je freyer er sich von ableitenden Umgebungen, von Wäldern, Wohnungen u. s. w. befand; am stärksten fand er sie auf einzelnen isolirten schroffen Felsenspitzen; jedoch schien ihm diese Zunahme mit der Erhöhung über die Meeresfläche selbst in keinem genauen Verhältnisse zu stehen.

Die Ursache hiervon glaubt Schübler in den auf Gebirgen so verschiedenen ableitenden Umgebungen suchen zu können; und vorzüglich durch die Ableitung der Erde selbst, wodurch zunächst auf der Erdoberfläche überall

*) Schweigger's Journal für Chemie u. Physik, B. IX. S. 347 ff.

eine Näherung zum Nullpunkt der atmosphärischen Elektricität statt haben muß, wie auch dieß seine Beobachtungen durchgehends zeigten.

Die Elektricität der Wolken, welche mit den dichten Nebeln so viele Aehnlichkeit haben, fand Schübler von derselben Stärke, wie er sie bey dichten Nebeln in tiefern Gegenden wahrnahm. Negativ elektrisch fand er sie nur, wenn zugleich Regen aus ihnen herabfiel.

Eine mit der Erzeugung der atmosphärischen Elektricität der Regen wahrscheinlich oft in näherer Verbindung stehende merkwürdige Erscheinung zeigten ihm die Wasserfälle, welche so häufig in den Schweizergebirgen sich vorfinden. Schon bemerkte er — E, bey Annäherung zu denselben, oft fand er — E in einem auffallend starken Grade, am stärksten fand er sie an den berühmten Wasserfällen des Reichenbachs, eines kleinen Flusses, welcher sich unter anhaltenden Wasserfällen gegen 1000 Fuß hoch, zwischen Felsen herunterstürzt. Der dadurch entstehende feine Wasserstaub verbreitet sich auf eine beträchtliche Weite in die Umgebungen, und benetzt, wie durch einen starken Thau die Erdoberfläche. Schon in einer Entfernung von 200 bis 300 Fuß zeigte das Elektrometer — E. Ein kleines elektrisches Fläschchen, dessen mit Feuer bewaffneten Spitze er dem herunterfallenden Wasserstaub aussetzte, lud sich in wenigen Minuten bis zu kleinen Funken und fühlbaren Schlägen.

Schübler scheint die Entstehung der Elektricität der Wasserfälle mit Volta aus der Verdünstung abzuleiten, indem jeder verdunstende Körper zwey Elektricitäten erscheinen lasse. Die in die Höhe steigenden Dünste sind gewöhnlich positiv, während der verdünstende Körper negativ elektrisch werde; bey den Wasserfällen sind die herunterfallenden Wassertheilchen die Grundlagen, welche also — elektrisch werden.

Gegen diese Meinung hatte schon de Luc lange vorher erhebliche Einwendungen gemacht (m. s. Th. III. S. 340 f.), und vielmehr behauptet, daß die atmo-

sphärische Elektricität auf eine uns noch unbekannte Art in der Atmosphäre erzeugt werde. Seine neuern Gedanken hierüber sollen nachher kürzlich angeführt werden. Die merkwürdigen Beobachtungen, welche der Herr Prof. Erman in Berlin mehrere Jahre vor Schübler's Untersuchungen angestellt hatte, sind ebenfalls der Meinung des letztern über die Entstehung der atmosphärischen Elektricität entgegen. Erman *) bemerkte einen ausgezeichneten Unterschied zwischen den Angaben eines schnell vom Boden aufwärts gehobenen Elektrometers, und den elektrometrischen Angaben einer ungleich längern, aber fest stehenden ableitenden Spitze, einer isolirten Wetterstange, wenn mit beyden zu einerley Zeit und an demselben Orte beobachtet wird. Bey diesen seinen Beobachtungen gebrauchte er Blattgoldelektrometer, und zwar die äußerst empfindlichen, die Herr Weiß zum Behuf der atmosphärischen Elektricität, nach der Anleitung des Herrn v. Gersdorf zu Meffersdorf verfertigt. Die Länge der Goldblättchen dieser Elektrometer beträgt ungefähr $\frac{1}{2}$ paris. Zoll; und der Glascylinder, der sie umgiebt, hat $\frac{3}{4}$ Zoll im Durchmesser, und ungefähr $1\frac{1}{2}$ Zoll Höhe. In dem abgerundeten elfenbeinernen Deckel, der über den Cylinder seitwärts nicht vorspringt, ist eine Glasröhre eingekittet, durch welche das Metallstück geht, das an seinem untern Theile die Goldblättchen trägt, und nach oben eine hervorragende Schraubenmutter hat, in welche sich die verschiedenen metallenen Spitzen, die man dem Elektrometer nach Umständen geben will, einschrauben lassen. Ihre Länge kann nach Belieben von $\frac{3}{4}$ Fuß bis auf 5 Fuß und darüber verändert werden. Durch genaue Vergleichung dieses Elektrometers mit einem sehr guten Volta'schen hatte Erman gefunden, daß eine Divergenz von 3 Linien des Weißischen, mit 2 Grad des Volta'schen correspondirt, und daß bey $2\frac{1}{2}$ Grad

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XV. S. 585 f.

Volta das Weißische Elektrometer zum Anschlagen kommt.

Es sey nun ein solches Elektrometer auf irgend eine Unterstützung von etwa 3 Fuß Höhe im freyen Felde aufgestellt, und bleibe eine geraume Zeit sich selbst überlassen, so wird man in der Regel gar keine Divergenz daran wahrnehmen; es ist und bleibt o E. Erhebt man nun das Elektrometer äußerst langsam, um 1 bis $1\frac{1}{2}$ Fuß über die Unterstützung, so wird man auch jetzt keine Divergenz wahrnehmen, so lange das Elektrometer in dieser erhöheten Station sich befindet. Nun bringe man aber schnell das Elektrometer von oben nach unten bis zur Unterstützung, so hat man eine so ausgezeichnete negative Divergenz, daß meistentheils die Blättchen anschlagen. Man überlasse das Elektrometer sich selbst, oder berühre es ableitend, so wird es in beyden Fällen die negative Divergenz verlieren, nur viel langsamer im erstern als im letztern Falle. Ist die vorige negative Divergenz verschwunden, so bringe man schnell das Elektrometer von der Unterstützung in die vorige Höhe von 1 bis $1\frac{1}{2}$ Fuß, so wird sich nun eine äußerst starke positive Divergenz einstellen, die ebenfalls oft bis zum Anschlagen der Blättchen geht. Bringt man die + Divergenz wieder von dem Elektrometer hinweg, und bewegt es abermals schnell nach der Unterstützung niederwärts, so bekommt man abermals — Divergenz, und so erhält man in derselben Station und in derselben Luftschicht bald + E, bald — E, je nachdem man das Instrument schnell vom Boden entfernt, oder es diesem schnell näher bringt, und endlich o E, wenn man es lange sich selbst in derselben Entfernung vom Boden überläßt.

Dieser Uebergang aus o E in eine positive und negative Divergenz, je nachdem man das Elektrometer vom Boden entfernt, oder es demselben nähert, ist bey Anwendung eines sehr zarten, mit einer Spitze von 3 bis 4 Fuß versehenen Elektrometers so ausgezeichnet,

daß schon eine steigende oder fallende Bewegung von ½ Fuß, ja von einige Zoll, bey günstigem Wetter, hinlänglich ist, um die angeführte Erscheinung sehr deutlich zu zeigen.

Sehr merkwürdig ist der Umstand, daß der Uebergang von — E durch o in + E beym Steigen, und umgekehrt beym Fallen Statt findet, auch wenn man das Elektrometer weder mit dem Boden leitend verbindet, noch demselben Zeit läßt, sich allmählig an der Luft zu entladen. Auch dessen ungeachtet zeigt es die auffallendsten entgegengesetzten Divergenzen, doch nicht ganz so stark, als wenn man es vor jedem Steigen und Fallen mit dem Boden in Verbindung gesetzt hat.

Je länger die Spitze des Elektrometers ist, desto ausgezeichneter sind die Wirkungen, und äußerst selten sind die Umstände, durch das Maximum der Feuchtigkeit, so ungünstig, daß man die Erscheinungen nicht vermittelst einer Spitze von 4 bis 5 Fuß sollte sehr deutlich wahrnehmen können.

Eine kreisförmige Bewegung, wobey das Elektrometer in der nämlichen Entfernung vom Boden bleibt, giebt keine Divergenz, und eben so wenig eine fortschreitende, wenn der Boden durchaus eben ist. Steigt oder fällt aber das Terrain, sey es auch noch so wenig, so giebt schon beym Gebrauch einer Spitze von 3 Fuß das Elektrometer eine sehr ausgezeichnete + Divergenz, wenn man sich Berg an bewegt, und im entgegengesetzten Falle eine negative.

Im Wesentlichen hatte von diesen Thatsachen bereits der Herr de Saussure aus mehreren Beobachtungen einige kennen gelernt (m. s. Th. III. S. 349.); allein Erman bemerkt ganz richtig, daß ihm das Detail des Phänomens wegen Mangels an Sensibilität seines Elektrometers entgehen mußte, und daß er daher den wahren Grund desselben nicht eingesehen habe; de Saussure ging nämlich von dem Grundsatze aus, daß jede Divergenz des der freyen Luft ausgesetzten Elektro-

meters, von der wirklich freyen Elektricität dieser Luft und von der Einsaugung derselben durch die Spitze herrühre. Die genauere Beobachtung dieser paradoxen Erscheinung bestimmte dagegen Herrn Erman anzunehmen, daß hier ein wahres Elektrisiren durch Vertheilung Statt findet, daß die Masse des Bodens auf die isolirten Leiter eine sehr kräftige Einwirkung in der Ferne äußert, und daß dieses Spiel der Atmosphären, abgesehen von jeder etwanigen Concurrenz der Luft, eine eigene Classe von Erscheinungen constituirt, deren Kenntniß für das Praktische sowohl, wie für das Theoretische der atmosphärischen Elektrometrie von großer Wichtigkeit ist.

Dem Herrn Erman scheinen folgende Thatsachen den Satz zu beweisen, daß die isolirte senkrecht gehaltene Metallstange, die wir vom Boden entfernen, bloß wegen der durch diese Entfernung geringer gewordenen vertheilenden Action des Bodens, eine Veränderung ihres elektrischen Zustandes erleidet, und daß die umgebende Luft sie nicht hervorbringt, sondern umgekehrt vielmehr destruirt. Dieß bemerkten wir bey der ganz allmählig gehobenen Spitze, die ihre Elektricität so an die Luft absetze, daß keine wahrnehmbare Divergenz Statt finde; und auch an einem von der Basis des Elektrophors abgehobenen Elektrophordeckel, der seine Elektricität an die umgebende Luft verlieren würde, ehe er seine ganze Höhe erreicht hätte, wenn man ihn mit größter Langsamkeit durch eine minder isolirende Luft bewegte.

Eine Kugel von einige Zoll Durchmesser, die man auf die Spitze des Drahtes eines gehobenen Elektrometers stecke, hindere die augenblickliche Erscheinung der Divergenz nicht im mindesten, welches sie doch, und zwar in einem hohen Grade thun sollte, wenn die Divergenz von einer wirklichen Einsaugung der Elektricität aus der umgebenden Luft herrührte. Denn die stumpfe Endigung in eine Kugel von so großem Durch-

messer könnte unmöglich in diesem Falle eine gleich starke und gleich momentane Wirkung geben, als eine Spitze, die der einströmenden Mittheilung so außerordentlich günstig sey.

Den Zuleitungsdraht des Elektrometers steckte Erman seiner ganzen Länge nach in eine oben zugeschmolzene, ganz vollkommen isolirende Glasröhre, und fand bey senkrechter Herauf- oder Herabbewegung des auf diese Art gegen jede Berührung der äußern Luft geschützten Drahtes, eben so große und so schnelle + und — Divergenzen, als zuvor, da die Spitze in freyer Berührung mit der Luft war. Ja zu mehrerer Sicherheit steckte er eine zweyte Glasröhre über die erste, und der Draht, der nun durch diese doppelte Isolirung gegen die Mittheilung der Elektricität aus der Luft gesichert war, gab beym Steigen und Fallen Divergenzen, die ihrer augenblicklichen Entstehung, ihrem Grade und ihrer Art nach, durchaus mit den des ganz freyen Drahtes übereinkamen.

de Sauſſure hatte behauptet, daß eine hohe fest stehende Ableitungsstange bloß wegen Mangel an Isolation verhindere, sich durch die Elektricität der obern Schichten zu laden, während der besser isolirte kürzere Elektrometerdraht ausgezeichnete Divergenzen zeige. Allein Erman bemerkt, daß auch dieß durchaus nicht mit seinen Erfahrungen zusammen stimme. Er setzte aus mehreren langen gefirnißten Glasröhren eine Stange von 14 Fuß Länge zusammen, die er auf freyem Felde aufstellte. An der obersten Spitze dieser Glasstange befestigte er einen hervorragenden Metalldraht, der von da nach unten continuirlich verlängert war. Das unterste Ende wurde mit einem Elektrometer verbunden. Gab er nun diesem Drahte durch Berührung mit einem kleinen geriebenen Bernsteinknöpfchen einige Elektricität, so zeigte das Elektrometer dieselbe eben so an, und behielt sie eben so lange, als wäre es mit keinem andern Körper in Berührung. Es war also dieser

fest stehende Draht auf das vollkommenste isolirt, und doch gab er keine Spur von so genannter Luftelektricität, während dicht daneben ein frey gehaltenes, und mit einem Drahte von einige Fuß versehenes Elektrometer, durch eine Erhöhung von einige Zoll die stärkste + Divergenz gab.

Der Grund dieser durch Steigen und Fallen erhaltenen Divergenzen liegt also nach Erman bestimmt wo anders, als in der Einsaugung der Elektricität der obern Luftschichten. Die vom Boden schnell entfernte Stange wird an und für sich + E, ohne irgend eine Mitwirkung der umgebenden Luft, und die so hervorgebrachten Divergenzen werden im Gegentheile durch die Einwirkung der Luft destruirt.

Erman sucht diese Erscheinungen durch die elektrische Atmosphäre des Bodens zu erklären, und suchte dieserwegen auch zuerst zu zeigen, daß alle Körper, selbst wenn sie sich in der nämlichen Luftschicht befinden, und durch vorhergehende ableitende Berührung mit dem Boden, in das nämliche elektrische Gleichgewicht versetzt sind, doch durch wechselseitige Annäherung und durch Entfernung von einander ihren elektrischen Zustand modificiren. Zu dem Ende nahm er zwey gleich zarte Blattgold-Elektrometer, versahe beyde mit einer 3 Fuß langen Spitze, und bog, um sehr deutliche Resultate zu erhalten, den Draht des einen Elektrometers so in einen Winkel, daß man ihn ganz dicht und parallel an den Draht des andern Elektrometers bringen konnte. Nun nahm er in jede Hand eins der Fußgestelle der Elektrometer, und entfernte beyde Elektrometer von einander durch Ausstrecken der Arme. In dieser Entfernung berührte er den obern Theil eines jeden mit dem Finger, um sie mit dem Boden und der umgebenden Luft ins Gleichgewicht zu bringen. Hierauf führte er beyde ganz wagerecht gegen einander; sobald ihre parallelen Drähte einander nahe genug kamen, um das Spiel der Atmosphären zu gestatten, so divergirten beyde

Elektrometer mit − E. Je näher die Drähte einander kamen, desto stärker ward diese negative Divergenz, und sie blieb sogar auf ihrem Maximum, während die Drähte beyde in Berührung kamen. Entfernte man die Elektrometer wieder von einander, und führte sie in ihre vorige Standpunkte, so war jede Divergenz verschwunden.

Nach Erman wirken bey diesem äußerst wichtigen Versuche ganz bestimmt zwey gleich geladene Körper, in der nämlichen Luftschicht vertheilend, auf einander. An eine Einsaugung der Luftelektricität ist durchaus nicht zu denken; denn nach der Trennung, sie mag auch noch so schnell geschehen, befinden sich die Elektrometer in dem nämlichen elektrischen Zustande, als zuvor, beyde sind o E.

Setzt man den einen Elektrometerdraht, während beyde wechselseitig auf einander wirken, durch Berührung mit dem Finger in leitende Verbindung mit dem Boden, so wird dadurch die Divergenz im zweyten isolirt bleibenden Elektrometer sehr vermindert, und fällt augenblicklich beynahe auf die Hälfte der vorigen zurück. Dieß beweist ebenfalls daß keine Einsaugung Statt gefunden hat, sondern eine bloße Spannung der Elektricität durch die wechselseitige Einwirkung der beyden Körper auf einander, ungeachtet diese Körper unter sich und mit der umgebenden Luft völlig den nämlichen elektrischen Zustand hatten.

Entfernt man nun das berührte Elektrometer vom andern, so wird dieses vorher berührte eine + Divergenz zeigen, die der vorigen negativen Divergenz dem Grade nach gleich ist. Berührt man beyde Spitzen, während sich die eine nahe bey der andern befindet, ableitend, so hört in beyden die negative Divergenz auf.

Sobald man sie aber nun von einander entfernt, zeigen beyde sehr stark + Divergenz. Herr Erman bemerkt hierbey, daß man wohl in diesen Versuchen die Gesetze der elektrischen Atmosphären nicht verkennen

könnte, und zwar die vollkommene Wirkung des Condensators.

Auf diese Art sey es also erwiesen, daß alle Körper, selbst die, welche durchaus im elektrischen Gleichgewichte mit dem Boden und der umgebenden Luft sind, und mithin keine Divergenz geben können, doch unter dem Einflusse des Bodens, d. h. im Freyen, elektrische Atmosphären haben, wodurch sie in der Annäherung zu-, und in der Entfernung von einander, ihren elektrischen Zustand wechselseitig modificiren.

Da schon die elektrische Atmosphäre eines dünnen Metalldrahtes von einige Fuß Länge so ausgezeichnet wirkte, so ließ sich auch wohl erwarten, daß jeder andere Körper, der eine größere Oberfläche besitzt, noch weit kräftiger die natürliche Elektricität der angenäherten Körper vertheilend modificiren werde.

Um darüber durch Versuche Belehrung zu erhalten, wählte Erman ein freyes und ganz ebenes Feld, auf welchem sich ein isolirter Baum befand. Von diesem entfernte er sich etwa um 20 Fuß, und brachte dort die Spitze des Elektrometers, daß er in der Hand hielt, durch den Finger in ableitende Verbindung mit dem Boden. Nun trug er das Elektrometer in ganz wagrechter Richtung gegen den Baum hin. Es fing an negativ zu divergiren, und je näher er dem Baume kam, desto stärker wurde die negative Divergenz, und oft ging sie bis zum Anschlagen in dem Augenblicke, wo er unter den Baum trat.

Diese negative Divergenz war nicht bloß vorübergehend, sondern blieb unverändert dieselbe, so lange auch das Elektrometer in der Nähe des Baumes gehalten wurde. Entfernte er sich aber vom Baume, so verlor sie sich allmählig, und verschwand ganz und gar, wenn er auf die vorige Station zurückgekommen war. Mithin fand auch hier keine wirkliche Mittheilung zwischen Luft und Elektrometer Statt, sondern eine bloße Vertheilung, durch die Atmosphäre des Baums bewirkt.

Bringt man die Elektrometerspitze, in Verbindung mit dem Boden, während das Werkzeug unter dem Baume oder in dessen Nähe Divergenz zeigt, so wird jede Divergenz aufhören. Es ist aber bloß das scheinbare Tod seyn, des auf der Basis liegenden und daselbst berührten Deckels des Elektrophors. Denn so wie man sich nun wieder vom Baume entfernt, zeigt sich eine Divergenz, welche mit jedem Schritte zunimmt, bis sie ihr Maximum erreicht hat, wobey sie aber unter gewissen Umständen meistens durch Anschlagen der Blätter sich entladet.

Da alle diese Versuche im Kleinen mit den Gesetzen der Vertheilung der Elektricität so genau zusammenstimmten, so war wohl zu vermuthen, daß im Großen auch die Modificationen, welche die Entfernung und Annäherung hervorbringt, in Bezug auf dem Boden viel ausgezeichneter und in einer viel größern Sphäre Statt finden müssen, als bey einzelnen kleinern Massen. Um hier durch directe Versuche die Wirkung in ihrer ganzen Größe wahrzunehmen, müßten wir Mittel besitzen, die isolirten Körper schnell und mehrere 100, ja 1000 Fuß vom Boden zu entfernen, oder umgekehrt sie eben so schnell aus diesen Höhen der vertheilend wirkenden Masse des Bodens zuzuführen.

Wenn aber die lange Spitze eines zarten Elektrometers beym Entfernen vom Boden bloß durch Einsaugung von Luftelektricität, mithin wegen einer Mittheilung, positive Divergenz hervorbrächte, so müßte nothwendig die ganze Spitze, ihrer Länge nach, den nämlichen Grad der Elektrisirung zeigen. Rührt dagegen die Divergenz von der vertheilenden Einwirkung des Bodens her, so darf die Modification des elektrischen Zustandes nicht gleich stark in den Stellen der Spitze seyn, die mehr, und in denen die weniger vom Boden entfernt sind. Das Resultat der Untersuchung, welche Erman hierüber anstellte, fiel ganz entscheidend für die letzte Meinung aus. Er versahe nämlich zwey

gleich zarte Elektrometer mit Spitzen von drey Fuß Länge, wovon der Draht des einen unten zweymal in einen rechten Winkel gebogen war, so daß er 3 bis 4 Zoll horizontal fortlief, ehe er senkrecht und parallel mit dem andern anstieg. Beyde Elektrometer ließ er durch einen Gehülfen so über einander halten, daß die Endspitze des untersten B, das Knie am Drahte des obersten A, berührte, und daß aus beyden Spitzen ein continuirlicher Leiter entstand. Wurde nun dieser Leiter berührt, um ihn in ableitende Verbindung mit dem Boden zu bringen, so fand an den Elektrometern keine Divergenz Statt. Sobald aber die Theile des zusammengesetzten Leiters nach der Berührung durch eine horizontale Bewegung getrennt wurden, so divergirte das untere B, stark positiv, während das obere A, nach wie vor keine Divergenz zeigte. Die ganze zusammengesetzte Spitze, die doch nach der Trennung durchaus in der nämlichen Luftschicht blieb, hatte daher ihrer Länge nach zwey Zonen. Merkwürdig dabey war noch folgender Umstand; je näher bey der obersten Endspitze der zusammengesetzte Leiter ableitend berühret ward, desto stärker war auch die positive Divergenz des untersten Theiles des Leiters; und wenn endlich die Ableitung sehr nahe an der obersten Endspitze, oder an dieser Spitze selbst angebracht war, so stellte sich sogar auch am obersten Elektrometer eine + Divergenz ein, die aber immer nur schwach war.

Erhob man den aus zwey Elektrometerspitzen zusammengesetzten Leiter von 6 Fuß um einige Fuß senkrecht vom Boden, so entstand in beyden Elektrometern eine gleiche + Divergenz. Sobald nun beyde durch eine horizontale Bewegung getrennt wurden, so behielt das obere Elektrometer seine vorige Divergenz, indeß die Divergenz des untern augenblicklich zunahm, so daß sie oft bis auf das Doppelte der vorigen kam.

Es hat also der Draht des Elektrometers seiner Länge nach verschiedene Eigenschaften in Rücksicht auf

elektrische Ladung, d. h. er besitzet Polarität. Da nun dieß von jedem auf dem Boden senkrecht stehenden Leiter behauptet werden kann, so muß auch ein jeder solcher Leiter Polarität besitzen, welches noch auf eine sehr einfache Art also erwiesen werden kann. Man führe einen isolirten Draht parallel gegen den untern Theil der 3 Fuß langen Elektrometerspitze, so wird durchaus keine Divergenz entstehen. Unterwirft man dagegen den obersten Theil der Spitze derselben Einwirkung, so werden die ausgezeichnetsten Divergenzen Statt finden.

Aus dieser ganzen Untersuchung, sagt Erman, erhellt, wie verfänglich die so einfach scheinende elektrometrische Beobachtung der Atmosphäre ist, und wie so leicht man sich dabey täuschen kann.

Obgleich die bisher beschriebenen Erscheinungen gewöhnlich sich zeigen, so finden sich doch auch unter gewissen Umständen auch Ausnahmen. Wenn nämlich bey etwas stürmischen Wetter über dem Zenith des Beobachters eben eine Wolke hinzieht, vorzüglich, wenn sie daselbst verweilt, und an scheinbarem Umfange zunimmt, oder wenn ein vorübergehender Regenschauer anfängt, sich zu ergießen, oder endlich wenn Schnee oder Hagel am Orte der Beobachtung fällt: so stellen sich auf diesen Augenblick, die Phänomene nach entgegengesetzter Norm ein. Das Elektrometer, welches man dem Boden nähert, divergirt mit + E, und durch das Erheben wird es — E. Die Annäherung einer Spitze oder der Hand erweckt darin + Divergenz, oder vermindert die vorige negative, wenn das Elektrometer eine solche bekommen hatte. Das Annähern an einem Baum bringt + E hervor, das Untertreten unter denselben, oder unter irgend ein anderes Obdach, vermehrt diese + Divergenz, und das Elektrometer, welches man unter dem Obdache ableitend berührt hat, und nun wieder in das Freye bringt, divergirt mit — E; kurz, es geschieht in jeder Rücksicht das Widerspiel von allen dem, was vorher ist beschrieben worden. Allein die

Periode dieser Abweichung ist nie von Dauer. Es ist bloß ein Uebergang, und der so genannte negative Zustand, der Atmosphäre tritt nie, oder bey anhaltendem Landregen ein, wo diese Erscheinungen ganz wegfallen, noch bey durchgängig umwölkten Himmel, wo das gehobene Elektrometer eben so gut positiv divergirt, als wenn der Himmel völlig heiter ist.

Ein solcher Uebergang ist aber oft äußerst schnell; während einer Minute gab oft das mehrere Mal hinter einander gehobene, und immer gehörig entladene Elektrometer, sehr starke + Divergenz, dann o E und unmittelbar darauf — E. Aus diesen Thatsachen schließt Erman, daß es gar nicht glaublich sey, daß in einem Momente der so genannte Gehalt der Luft an freyer Elektricität, sich in der Atmosphäre so ändern könne, daß das gehobene Elektrometer einmal E daraus einsaugen könne, und den Augenblick darauf im Gegentheil E an die Luft abgeben müsse. Erman ist vielmehr der Meinung, daß nach den bisherigen Beobachtungen der Vorgang folgender sey:

Die sich herabsenkende Wolke, der eben fallende Regen oder Schnee, haben Massen genug, um die senkrechten Leiter durch Vertheilung eben so zu afficiren, wie z. B. der nahe Baum; auch sie modificirten die gewöhnliche und constante Wirkung der elektrischen Atmosphäre des Bodens. Bringe man nun durch Erhebung die elektrometrische Spitze diesen angehäuften meteorischen Massen näher, so würden die Wirkungen die umgekehrten derjenigen seyn, die bey dem heitern Himmel Statt fänden, weil ihre Versuche nun nach entgegengesetzter Richtung wirke. Der senkrechte Leiter könne mit einer Eisenstange verglichen werden, die nothwendig entgegengesetzte Polarität bekommen müsse, wenn der vertheilende Magnet der obersten oder der untersten Spitze genähert werde.

Daß die Wirkung der meteorischen, dunstförmigen und tropfbar flüssigen Massen sich durch ein solches

Spiel der vertheilenden Elektricität an den Spitzen äußere, ist dem Hrn. Erman höchst wahrscheinlich. Es erkläre uns den so äußerst raschen Wechsel der negativen Divergenz, die sie hervorbrächten, mit den positiven Divergenzen, die, so zu sagen, das habituelle Resultat der Wirkung des Bodens sind. Uebrigens hätten wir gar keinen Grund, anzunehmen, daß die Wolken an und für sich, abgesehen von ihren Bewegungen und von der vertheilenden Wirkung ihrer Massen und des Bodens, irgend eine eigene negative Elektricität besäßen. Daß der Wasserdampf stets negativ sey, nehme man an, und dem Anscheine nach aus guten Gründen. Herr Erman bemerkt hierbey, daß seinen Untersuchungen zu Folge in dieser Hinsicht folgendes Resultat bestimmt hervorgehe: Der Wasserdampf ist negativ, so lange der Körper, von welchem er herrührt, isolirt ist; sobald man diesen aber mit dem Boden in Berührung bringt, haben die Wasserdämpfe die ausgezeichnetste positive Elektricität.

Daß die Influenz der sich nähernden Wolken und des fallenden Regens oder Schnees, auf die Elektrisation des Bodens eine vertheilende Rückwirkung habe, ist nothwendig, und daraus erklärt sich der schnell zunehmende Gegensatz zwischen Gewitterwolke und Boden. Es wäre, sagt Erman, allerdings höchst wichtig, die Art und den Grad der vermuthlich sehr verworrenen Veränderungen, die hierbey der Boden selbst erleidet, zu ergründen. Jedem Beobachter der fest stehenden sehr hohen isolirten Ableitungsspitzen sey es bekannt, daß, wenn die Wetterstange Zeichen der Elektricität giebt, man jedesmal die entgegengesetzte an derjenigen Bodenstange wahrnehme, die von der Erde aufwärts steige, und bis nahe ans Ende der Wetterstange reiche, um die gefährlichen Folgen der Ladung abzuleiten. Wenn wir diese Wahrnehmung ganz ohne alle Rücksicht auf das Spiel der Atmosphären gelten lassen wollten, so wäre der Boden allerdings immer negativ, wenn die

isolirte Stange + Divergenz gebe, und positiv, wenn die sich senkende Gewitterwolke oder der fallende Regen der isolirten Wetterstange eine negative Divergenz mitgetheilt habe. Er glaube aber, daß seine Beobachtungen über die vertheilenden Einwirkungen auf isolirte und nicht isolirte Leiter uns sehr viel Behutsamkeit einflößen müßten; und es scheine aus ihnen zu folgen, daß wir nicht berechtigt seyn, von den Erscheinungen des äußersten Theils der Bodenspitze, welcher der mächtigen Influenz der isolirten dicht darüber gehaltenen Wetterstange ausgesetzt sey, auf den absoluten Zustand des Bodens zu schließen, und anzunehmen, daß der Boden in seiner ganzen Ausdehnung so gestimmt sey, wie er es da sey, wo die Reaction des isolirten Leiters seinen elektrischen Zustand so kräftig modificire, und wahrscheinlich oft in das Entgegengesetzte verwandele.

Was endlich die veränderlichen Grade der positiven Divergenz betreffe, die man öfters an einer isolirten fest stehenden Spitze wahrnehme, so möchten sie vielleicht lediglich durch die mehr oder weniger leitende Eigenschaft der umgebenden Luft zu erklären seyn. Die vom Boden sehr entfernte Endspitze zeige einen gewissen Grad von positiver Ladung, wenn die Luft so isolirend wirke, daß die durch die vertheilende Wirkung des Bodens zurückgedrängte E nicht an sie abgesetzt werden könne. Sey aber die Luft minder isolirend, so bleibe die fest stehende Spitze o E, eben wie eine bewegliche, die man so langsam erhebt, daß die durch Vertheilung erregte E Zeit gewinnt, sich durch Mittheilung an die umgebende Luft zu zerstreuen. Und so ließen sich die abweichenden Phänomene beyder Arten von Spitzen, auf eine höchst ungezwungene Art, unter das nämliche Gesetz subsumiren.

Der Herr D. Castberg *) hat die Versuche des Herrn Erman in Gesellschaft mehrerer Physiker in

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XV. S. 483. f.

Wien mit zwey Weißischen Elektrometern wiederholt, und sie bestätigt gefunden. Der Herr D. Heidmann, welcher bey diesen Versuchen gegenwärtig war, blieb indeß noch der Meinung, daß die elektrische Divergenz durch Einsaugung der Elektricität der Atmosphäre abzuleiten sey. Zufällig näherte sich ein Gewitter, und die Divergenz der Goldblättchen erreichte dreymal durch Aufhebung des Elektrometers um 2 Schuh das Anschlagen, welches D. Castberg sonst nie bemerkt hatte. Durch diese Erscheinung wurde Heidmann in seiner Meinung bestärkt. Dagegen sah es Castberg als ausgemacht an, daß die Vertheilung der Elektricität, welche die Divergenz verursacht, vom Erdboden herrühre. Auch der Herr v. Gersdorf bemerkte in einem Briefe an D. Castberg, daß ihm die Erman'schen Versuche wirklich zum Theil aus eigener Erfahrung nicht ganz unbekannt wären. Selbst Volta α) hat dem D. Castberg zu erkennen gegeben, daß er schon längst ähnliche Versuche in Zimmern, deren Luft mit Elektricität geschwängert worden, angestellt; beym Erheben oder Herabbewegen des Elektrometers in denselben, habe er dieselbe Erscheinung wahrgenommen, die Erman beschreibe.

Herr Prechtl β) hat auf Erman's Erfahrungen eine Theorie der elektrischen Meteore aufgestellt, aus welcher er alle dabey wahrzunehmenden Erscheinungen zu erklären sucht. Er bemerkt zuförderst, daß, wenn man die Formänderung der Dämpfe in der Atmosphäre als die Quelle ihrer Elektricität annehme, sich viele Erscheinungen beym Gewitter gar nicht oder sehr ungenügend erklären ließen; überhaupt gebe diese Annahme über die atmosphärische Elektricität keinen hinreichenden Aufschluß. Gerade zu den Zeiten, in welchen die Ausdünstung am stärksten sey, und selbst an denjenigen

α) Gilbert's Annalen der Physik. B. XIX. S. 483. f.

β) Gehlen's Journal für die Chemie, Physik und Mineral. B. VIII. S. 279. ff.

Stellen der Erde, wo diese Statt fände, sind die Gewitter, so wie überhaupt die Anzeigen von starker Elektricität in der Atmosphäre, am seltensten. Die allgemeinen Gründe der atmosphärischen Elektricität sind nach ihm folgende:

1. Das Agens in den elektrischen Erscheinungen nehmen wir für eine feine Flüssigkeit, die mit dem Wärmestoffe zu vergleichen, oder etwa dieser selbst ist. Jeder Körper unserer Sinnenwelt ist mit einem Nimbus von dieser feinen Flüssigkeit umgeben.

2. Den elektrischen Erfahrungen zu Folge hat das elektrische Fluidum, analogisch mit dem Wärmestoffe, mit den verschiedenen Materien auch eine verschiedene anziehende Verbindung. Nur wenn es aus dieser Verbindung in freyen Zustand gebracht wird, übertrifft seine Tendenz, sich zu zerstreuen, die Anziehung des Körpers auf dieselbe bey weitem, wie dieß gerade auch der Fall beym Wärmestoffe sey. Hieraus folgert Prechtl, daß auch das elektrische Fluidum eine Atmosphäre um jeden Körper bilden müsse; denn die Anziehung der Theile des Körpers begründe die Verbindung des Fluidums mit denselben; da nun an der Oberfläche diese Anziehung von außen wirke, so werde hier diese Oberfläche mit einer Schichte jenes Fluidums begrenzt seyn, die durch ihre Anziehung an ihr fest gehalten werde. Daß die Dichtigkeit dieses elektrischen Nimbus mit seiner Entfernung von der Oberfläche des Körpers abnehme, verstehe sich von selbst.

3. Auch zeige die Erfahrung, besonders die, welche von Erman gemacht sey, daß jeder Körper eine elektrische Atmosphäre besitze.

4. Dieser elektrische Nimbus, welcher allen Körpern auf der Erdfläche zukommt, ist auch nach denselben Gesetzen um die Erdfläche selbst, so wie überhaupt um jeden Weltkörper, angehäuft. Die Dichtigkeit desselben ist unmittelbar über der Erdfläche am größten, und sie nimmt mit der Entfernung vom Mittelpunkte derselben

ab, so daß das feine Fluidum seine natürliche Dichtigkeit nur in den unermeßlichen Räumen erhält, welche um die Indifferenzpunkte der wechselseitigen Anziehungen der Weltkörper liegen. In Vergleich mit jedem Körper auf der Erdfläche ist dieser elektrische Nimbus der Erde unendlich größer, und die elektrischen Wirkungen, welche aus der Gegenwirkung jener Atmosphären entstehen, sind ohne Vergleich geringer, als jene, welche die Elektricität des tellurischen Nimbus erzeugt.

Da die Dichtigkeit dieses elektrischen Nimbus um die Erde mit der Höhe abnimmt, so kann man sich denselben als in unzählig viele mit der Erdfläche concentrische Schichten getheilt vorstellen, welche alle verschiedene Grade von Elektricitäten haben, so daß denjenigen Schichten, die stärksten zukommen, welche der Erdfläche am nächsten liegen. Diese Elektricität überhaupt, oder diese verschiedenen Elektricitäten der einzelnen Schichten, nennt Prechtl die absolute, weil sie an und für sich, unabhängig vom menschlichen Erkenntnißvermögen existirend gedacht wird, und für uns darin nicht erkennbar ist.

Man denke sich auf einer Stelle der Erdoberfläche eine sehr hohe Stange von gut leitender Materie aufgerichtet, so wird dieselbe in ihren Querschnitten unzählig viele an einander liegende Elektricitäten haben, die mit abnehmender Dichtigkeit von oben nach unten auf einander folgen. Da diese Uebergänge der Elektricitäten in einander unmerklich sind, so sind sie eben auch absolut, und an den verschiedenen Theilchen der Stange nicht erkennbar. Würde man den obersten Theil der Stange, welchem die Elektricität von geringerer Dichtigkeit zukommt, mit dem untersten Theile derselben, welcher in seiner Elektricität die größte Dichtigkeit hat, durch einen Körper in Verbindung bringen, welcher die Elektricitäten der verschiedenen Schichten nicht annähme, und doch leitend die beyden äußern mit einander in Verbindung brächte; so würde hier ein Gegensatz zwischen

dieſen Elektricitäten eintreten, oder die oberſte würde in Bezug auf die unterſte negativ erſcheinen. Dieſe Elektricitäten würden daher aus ihrem abſoluten Zuſtande gehoben, und relativ, erkennbar, gemacht werden. Wenn man aber eine leitende Stange an jenes obere und untere Ende der vorigen anlegt, ſo kommt ſie ſelbſt eben ſo in jenen abſoluten elektriſchen Zuſtand, warum keine Elektricität anerkannt werden kann.

Es iſt daher jeder Körper auf der Erdfläche in den über einander liegenden Schichten ſeiner ſenkrechten Dimenſion elektriſirt, aber die Elektricität iſt eine abſolute. In der horizontalen Dimenſion der Körper haben hingegen alle Theile derſelben Schichte gleiche Elektricität.

Würde ſo die Stange bis zu einer außerordentlichen Höhe fortgeſetzt, ſo würde ihr oberſtes Ende die Elektricität annehmen, welche der Luftſchicht dieſer Höhe correſpondirt, und welche gegen jene der unterſten ſehr gering iſt; und ihr Gegenſatz würde eine ſehr ſtarke Elektricität erſcheinen laſſen: aber dieſe Gegenwirkung, oder die Hebung jener Elektricitäten aus dem abſoluten Zuſtande, wäre hier durch kein Mittel möglich zu machen, da beyde Enden nur durch einen Zwiſchenkörper in Gegenwirkung zu bringen ſind, welcher ſelbſt in den vorigen Zuſtand, wie der vorige, tritt.

5. Betrachtet man nun ſtatt der Stange eine Luftſäule, deren Theile beliebig getrennt werden können, ſo zeigt ſich ſogleich das Mittel, das jene abſolute Elektricität erkennbar zu machen im Stande iſt. Iſt nämlich die Entfernung einer Luftſchichte oder ihrer Portion A vom Mittelpunkte der Erde $= d$, ſo iſt die Dichtigkeit der ihr zugehörigen Elektricität $\frac{1}{d}$ von jener der Schichten an der Erdfläche: beyde ſind durch unzählige Zwiſchengrade von Elektricitäten getrennt. Würden dieſe Elektricitäten gegen einander in Wechſelwirkung kommen (welches ſobald geſchieht, als zwiſchen der Dich-

tigkeit zweyer in Verbindung kommenden kein allmähliger Uebergang mehr Statt findet) so erscheinen die dichtern immer positiv gegen die Elektricität von geringerer Dichtigkeit, und umgekehrt: so daß die Elektricität einer bestimmten Luftschichte in Bezug auf eine tiefere negativ, und zugleich in Bezug auf eine höhere positiv ist.

Wird nun die Luftschichte A niederwärts bewegt, und sie ist, wie das in der Natur Statt findet, von der Art, daß sie nur unvollkommen die Elektricität leitet; so hat ihre (absolute) Elektricität, sobald sie in tiefere Luftschichten gelangt ist, weniger Dichtigkeit, als jene ihrer Umgebung, und so weiter immer mehr, je tiefer sie niederbewegt wird; oder ihre Elektricität ist in Bezug auf die Elektricität der Luftschichte, in welcher sie zunächst getreten ist, negativ, und erscheint auch als solche, da nun beyde gegen einander in Wechselwirkung (in Gegensatz) gebracht worden sind.

Wäre endlich die Schichte A bis nahe an die Erdfläche gelangt, so wäre die Dichtigkeit ihrer Elektricität $= \frac{1}{d}$, während jene der Luft an der Erdfläche $= 1$ ist; oder zwischen beyden fände eine elektrische Spannung Statt, die derjenigen gleich ist, wenn durch Elektrisirung die Dichtigkeit des elektrischen Fluidums an der Erdfläche d mal vermehrt worden wäre. Bey jeder niedersinkenden Luftschichte wird also ein Theil der absoluten Elektricität des Tellurischen Nimbus erkennbar gemacht; und zwar erscheint diese durch jenes Niedersinken aus dem Nimbus tretende Elektricität negativ gegen jene der niedern Luftschichten, so daß die elektrische Spannung durch die Größe von d gemessen wird.

Der Deutlichkeit wegen giebt Prechtl das völlig analoge Verhalten der erwärmten Körper zum Beyspiele an. Wenn sich nämlich ein die Wärme schlecht leitender, folglich dieselbe schwer zerstreuender, Körper

in einer Höhe von 1000 Toiſen befindet, ſo ſey deſſen Temperatur oder jene der Luftſchichte, in welcher er iſt, 10°; zwiſchen beyden Temperaturen (der ſeinigen und jener der Luft) iſt alſo die Differenz = 0. Sinkt er nun ſchnell um 100 Toiſen, ſo kommt er in eine Luftſchichte, deren Temperatur 11° iſt, während die ſeinige 10° bleibt; hier iſt zwiſchen beyden Temperaturen die Differenz = 1; am Ende der folgenden 100 Toiſen iſt ſie = 2 u. ſ.

Wenn er endlich mit gleicher Schnelligkeit den Raum von 1000 Toiſen durchlaufen hat, ſo iſt ſie = 10; oder der Körper iſt im Gegenſatz mit der Luft an der Erdfläche um 10° kälter (negativ wärmer) obgleich ſeine abſolute Wärme nicht vermindert worden iſt. In ſeiner urſprünglichen Region von 1000 Toiſen Höhe wäre er, wenn ein anderer von weiter oben bis zu dieſer herabgefallen wäre, gegen dieſe wärmer (poſitiv wärmer) geweſen.

6. Wenn ſich im Gegentheil eine Luftſchichte von der Erdfläche erhebt, ſo tritt von dem vorigen der Gegenfall ein: die Dichtigkeit aller folgenden höhern Schichten, oder ſie erſcheint in allen dieſen, mit denen ſie nun in Gegenſatz gebracht iſt, poſitiv elektriſch; und zwar iſt der Exceß dieſer Dichtigkeiten um ſo größer, je beträchtlicher die Höhe, ſo daß, wenn dieſe Höhe d heißt, hier wieder, wie vorher, die Dichtigkeit der Elektricität der höhern Schichte $\frac{1}{d}$ von jener der erhobenen iſt, oder die elektriſche Spannung durch die Größe von d gemeſſen wird.

Wenn unten die Luft 20° hat, und ein in dieſer Luft befindlicher Körper der vorher erwähnten Art ſteigt ſchnell auf; ſo iſt ſeine Temperatur in einer Höhe von 1000 Toiſen um 10° höher, als jene der Luftſchichte, in die er nun tritt: oder er erſcheint hier warm, obgleich ſeine abſolute Wärme nicht vermehrt worden iſt.

Wenn daher eine Luftschichte niedersinkt oder eine andere sich erhebt, so erscheint erstere negativ, letztere positiv elektrisch, obgleich in beyden die absolute Elektricität völlig dieselbe bleibt: nur der Gegensatz macht Elektricität erkennbar.

7. Hierbey ist angenommen worden, daß die Luftschichten während ihrer Bewegung weder Elektricität von den Luftschichten, durch welche sie treten, aufnehmen, noch an sie abgeben: eine Voraussetzung, die nur bey vollkommenen Nichtleitern Statt findet, dergleichen aber trockene Luft nicht ist. Zerstreuen dagegen diese Schichten mehr oder weniger die Elektricität, wenn sie steigen, oder nehmen sie davon ab, wenn sie sinken; so wird die relative Elektricität, welche dabey erscheint, um so mehr vermindert, je mehr diese Schichten leitender Natur sind. Da nun die Leitungskraft der Luft im verkehrten Verhältnisse ihrer Trockenheit steht; so muß man unmittelbar folgenden Satz aufstellen:

Jeder in der Atmosphäre niedersinkende Körper (oder eine Luftportion) erscheint negativ, jeder in derselben aufsteigende positiv elektrisch, und zwar um so mehr, je trockener die Luft ist.

8. Dieser wichtige, die ganze elektrische Meteorologie begründende Satz fließt unmittelbar aus den vorigen Grundsätzen, und bedarf in so fern keines besondern Beweises: aber die Erfahrung bestätigt ihn selbst aufs vollkommenste.

Durch sehr schnelle Bewegung auf- oder niederwärts, wird, weil dadurch der Zerstreuung entgegengewirkt wird, auch bey feuchter Luft ein beträchtlicher Elektricitätsgrad erkennbar. Ueberhaupt also die Stärke der relativen Elektricität, welche bey der Auf- und Niederbewegung der Körper in der Atmosphäre erkennbar wird, bey derselben Höhe von der Geschwindigkeit der Bewegung und von der Trockenheit der umgebenden Luftschichten ab.

9. Es kann der Fall eintreten, daß in einer sehr feuchten Luft, in welcher ein sehr langsam fallender Körper den größten Theil der erzeugten Elektricität an die leitende Umgebung abgiebt, und daher für die Wahrnehmung derselbe verschwindet, dennoch kleinere Quantitäten von Elektricität immer noch erkennbar bleiben, indem die besten elektrischen Leiter, z. B. das Metall am Elektrometer sehr kleine Grade von Elektricität selbst Monate lang zurückhalten.

Nach Herrn Prechtl sind die Mittel, welche in der Natur zur Bewirkung der relativen Elektricität in der Atmosphäre, die dann auch durch unsere richtig gebrauchten Werkzeuge richtig angegeben wird, vorhanden sind folgende: 1. die Luftströme, 2. die Dünste, 3. Regen und Schnee, 4. Wolken.

Die Luftströme, welche merklich von der horizontalen Richtung abweichen, müssen jederzeit nach den angeführten Gründen Elektricität hervorbringen, welche im stärksten Grade sich zeigt, wenn die Luftströme senkrecht sind. Eben so entsteht eine starke positive Elektricität bey gewaltsamen Emportreibungen des Rauches und des Dampfes aus den Kratern der Vulkane.

Wenn aus einem Gefäße Wasser verdunstet, so ist das Gefäß, wenn es isolirt ist, negativ elektrisch, weil es mit der positiven Elektricität der aufsteigenden Dünste als isolirt im Gegensatze steht. Verbindet man aber dieß Gefäß mit der Erde, so daß sich jener Gegensatz aufhebt, so zeigt es sich mit den aufsteigenden Dünsten positiv elektrisch. Entstehen dagegen aus irgend einer Ursache Strömungen von Ausdünstungen auf- und niederwärts, so muß das Elektrometer abwechselnd positive und negative Elektricität, in längern und kürzern Zwischenzeiten zeigen.

Bey Strichregen, wo die Tropfen in beträchtlicher Größe nur durch eine trockene Luft zur Erdfläche schnell herabfallen, wird bey ihrem Falle Elektricität und zwar negative bemerkbar seyn. Bey einem solchen Regen

aber, wo die Luft schon vorher in einem feuchten Zustande gewesen ist, und die Tropfen sehr langsam und in einer geringen Größe herabfallen, kann keine Elektricität, oder wenigstens nur sehr geringe, wahrgenommen werden.

Bey Gewitterregen muß daher in der Regel ein hoher Grad von negativer Elektricität Statt haben, so wie beym Fallen des Schnees und des Hagels, besonders wenn die Luft sehr trocken ist.

Aus diesen Grundsätzen über die atmosphärische Elektricität sucht nun Prechtl alle Umstände, welche bey der Entstehung eines Gewitters, und während desselben beobachtet werden, zu erklären. M. s. den Artikel: Wolken.

Herr de Luc, dessen Meinung über die Luftelektricität bereits S. 340. B. IV. ist angeführt worden, hat in den neuern Zeiten noch einmal die Erscheinungen, welche in der Atmosphäre sich ereignen, einer genauern Untersuchung unterworfen *). In Hinsicht der atmosphärischen Elektricität glaubt er besonders aus den Versuchen des Herrn de Sauſſure sich berechtiget zu halten, daß der Gang des Elektrometers und des Hygrometers irgend eine Abhängigkeit anzudeuten scheine, in welcher die Menge elektrischer Flüssigkeit in der Atmosphäre in ihrer Zu- und Abnahme von dem Ab- und Zunehmen der Menge des Wasserdampfes, während des Zeitraumes eines Tages steht. Hiernach scheint es ihm gewiß zu seyn, daß sich in der Atmosphäre, während die Sonnenstrahlen durch sie hindurchdringen, elektrische Flüssigkeit bildet. Höchst wahrscheinlich ist das Licht, in dessen Vermehrung in der Atmosphäre wir die unmittelbare Ursache der zunehmenden Luftelektricität bemerken, ein Bestandtheil der elektrischen Flüssigkeit; die

*) *Nicholson's* journal of natur-philosophy. Decbr. 1810. im Auszuge in Gilbert's Annalen der Physik. B. XLI. S. 165. ff.

elektrische Flüssigkeit muß also auf dem Erdkreise durch irgend eine Operation der Natur hervorgerufen oder zusammengesetzt werden, und die Sonnenstrahlen müssen in der Atmosphäre diejenigen Körper antreffen, mit welchen verbunden sie die Menge elektrischer Flüssigkeit bilden, welche wir dann entstehen sehen. Daß die elektrische Flüssigkeit in dem genauesten Zusammenhange mit den chemischen Prozessen stehen, welche im Luftkreise vor sich gehen, und daß es daher von der größten Wichtigkeit ist, ihre Natur genau zu studiren, davon sind die unleugbaren Beweise nicht nur der Blitz und der Donner, welche ihm zu Folge durch gewisse Zersetzungen der atmosphärischen Luft entstehen, sondern auch die Erzeugungen neuer Mengen elektrischer Flüssigkeit in der Atmosphäre während der Tageszeit, wenn in ihr der größte Theil des Wasserdampfes verschwindet, und fast nichts ponderables als die atmosphärische Luft zurück bleibt.

Auch hat in der neuern Zeit ein Herr Crosse Esq. zu Broomfield bey Taunton mehrere Versuche über die atmosphärische Elektricität mit einem sehr großen Apparate angestellt *). Dieser sein Apparat bestand aus zwey aufgerichteten Mastbäumen, welche in dieser Stellung stark befestigt waren, und zwischen denen, in einer Höhe von 100 bis 110 Fuß über der Erde, ein isolirter Kupferdraht von $\frac{1}{16}$ Zoll dick straff gespannt war. Diesem Drahte hatte Crosse anfänglich die außerordentliche Länge von $\frac{3}{4}$ englische Meilen (etwa 6000 engl. Fuß) gegeben, und ihn, dieser Länge ungeachtet, durch besondere Kunstmittel zu isoliren gewußt; nachher war er aber gezwungen, ihn bis auf 1800 Fuß zu verkürzen. Mit diesem großen Apparate hat Crosse 18 Monate lang Beobachtungen angestellt, deren Resultate folgende sind:

*) Gilbert's Annalen der Physik, ausgezogen aus John Singer's Anfangsgründen der Elektricitätslehre. B. LI. S. 60. f.

1. Bey dem gewöhnlichen Zustande der Atmosphäre ist ihre Elektricität stets positiv.

2. Nebel, Regen, Schnee, Hagel und Graupeln verändern den elektrischen Zustand des Drahtes. Gewöhnlich ist er negativ, wenn sie anfangen zu erscheinen; dann aber wird er häufig positiv, mit allmähliger Zu- und Wiederabnahme und mit Uebergang in den entgegengesetzten Zustand, alle drey oder vier Minuten. Und diese Erscheinungen sind so constant, daß man jedes Mal, wenn der Draht negativ elektrisch ist, dieses als ein sicheres Zeichen ansehen darf, daß Regen, Schnee, Hagel oder ein Nebel ganz in der Nähe des Apparates sind, oder daß eine elektrische Wolke nicht weit von ihm entfernt ist.

3. Eine geladene Wolke, welche sich dem Drahte nähert, bringt in ihm mannichmal Zeichen positiver, mannichmal negativer Elektricität hervor. In beyden Fällen wächst die Ladung bis zu einer gewissen Größe, nimmt dann ab, geht in die entgegengesetzte über, und wächst als solche noch stärker an, als in dem Fall des ersten Maximums; vermindert sich dann, verschwindet, und kehrt zur erstern Art zurück. Solcher Abwechselungen sind oft sehr viele, und sie folgen auf einander bald schneller, bald langsamer. Gewöhnlich nehmen sie bey jeder Wiederholung an Intensität zu, bis zuletzt ein ununterbrochener Strom dichter Funken aus dem atmosphärischen Leiter auf die Kugel, welche sie abführt, überströmt; dieser Strom hört von Zeit zu Zeit auf, bricht dann aber mit mehr Stärke wieder hervor, und während dieser ganzen Zeit ist es, als ginge ein starker Luftzug von dem Drahte aus. Bey jedem Blitze, welcher sich in der Nähe zeigt, erscheint zwischen den Kugeln des Apparates unter einem besondern Geräusche, ein Entladungsstrom, von dessen lebhaftem Lichte alle umherliegende Gegenstände erleuchtet werden. Im Fall der Beobachter isolirt ist, kann er mit dieser herabge-

leiteten Materie des Blitzes Draht schmelzen, Flüssigkeiten zersetzen, verbrennliche Körper entzünden u. dergl.

4. Ein Nebel, den der Wind vor sich her treibt, oder ein Platzregen, elektrisiren den Apparat oft eben so stark, als eine elektrische Wolke, wobey man die nämlichen Abwechselungen zwischen + und — wahrnimmt.

5. Gewöhnlich hat man bey bedecktem Himmel nur schwache Zeichen von Elektricität; wenn der Regen herabfällt, hat mehrentheils die negative Elektricität die Oberhand, hört er aber auf, so tritt wieder der positive Zustand der Atmosphäre ein.

6. Bey hellem kalten Wetter ist die positive Elektricität der Atmosphäre stärker, als an einem schönen Sommertage.

Folgende Uebersicht zeigt die Folge der Intensität dieser elektrischen Zeichen in den verschiedenen Jahreszeiten, wie sie den Erscheinungen in der Atmosphäre entspricht, wobey die intensivern vorangehen und die schwächern folgen:

a. Während des Erscheinens von Wolken, in welchen man eine regelmäßige Folge von Donnern hört.

b. Bey einem Nebel, den der Wind vor sich hertreibt, und den ein kleiner Regen begleitet.

c. Wenn Schnee oder Hagel in Menge herabfallen.

d. Während eines Platzregens, besonders an einem heißen Tage.

e. Bey warmer Witterung, die auf nasse Tage folgt.

f. Bey nasser Witterung, die auf langer Trockenheit folgt.

g. Bey hellem Wetter und Frost, Nachts wie Tags.

h. Bey hellem und heißem Wetter im Sommer.

i. Bey bedeckter Witterung.

k. Wenn der Himmel voll von sogenannten Schäfchen ist.

l. Bey warmem Wetter, wenn leichte nebelartige Wolken am Himmel sind.

m. In einer kalten feuchten Nacht.

n. Noch läßt sich ein Zustand der Atmosphäre hinzufügen, bey welchem die Luft am mindesten elektrisch zu seyn pflegt; er tritt dann und wann ein unter Einwirkung eines Nordostwindes: man hält ihn besonders für ungesund, und kann ihn an einem Gefühle von Trockenheit und von Kälte, welches er hervorbringt, und der kein Sinken des Thermometerstandes entspricht, erkennen.

Die gewöhnliche Luftelektricität ist des Nachts am schwächsten. Bey Sonnenaufgang wächst sie, nimmt gegen Mittag ab, wächst dann wieder, so wie die Sonne tiefer sinkt, nimmt darauf wiederum ab, und bleibt die Nacht über schwach. Diese Thatsache ist eine der belehrendsten, welche aus der Reihe von Beobachtungen mit dem mächtigen beschriebenen Apparate hervorgeht und wird durch alle Beobachtungen bestätigt, welche man anderwärts über die atmosphärische Elektricität angestellt hat. Sie beweist offenbar, daß die nämlichen Ursachen, von welchen die Vertheilung der Feuchtigkeit in der Luft abhängt, auch auf die Elektricität der Atmosphäre Einfluß haben.

Luftelektrometer (Zus. zu S. 354. Th. III.) Herr **de Luc** war der Meinung, daß seine S. 254 u. f. Th. VIII. beschriebene trockne Säule vorzüglich zu Beobachtungen über die Veränderungen des elektrischen Zustandes der Atmosphäre geeignet wäre. Seinen ersten Versuchen mit diesem Instrumente zufolge glaubte er schließen zu dürfen, daß der Erdboden einen eigenen elektrischen Zustand besitze, welcher mit Sorgfalt ergründet zu werden verdiene. Nach der Zeit giebt er den Rath, um das Instrument zu verstärken, statt des mit Kupfer bekleideten unechten Goldpapiers Papier mit echtem Golde oder Silber überzogen zu nehmen, oder

auf das Kupferpapier noch eine Lage gewöhnlichen dünnen Papiers zu leimen.

Herr D. Schübler *), der damals mit täglichen Beobachtungen der Luftelektricität in Stuttgard beschäftigt war, suchte de Luc's trockne Säule in dieser Hinsicht zu prüfen, indem er sie mit Volta's elektrometrischem Apparate verband, und den negativen Pol derselben mit der Erde in leitende Verbindung gebracht hatte. Ein mit dem positiven Pol verbundenes Volta'sches Elektrometer, welches mit einem Gradbogen versehen war, zeigte ihm die Spannung dieses Bogens; und diese schrieb er täglich mehrere Male auf, zugleich mit der Spannung des atmosphärischen Elektrometers, und dem Drucke der Wärme und der Feuchtigkeit der Luft des Zimmers, worin die Säule stand. Die Resultate dieser Beobachtungen zeigten aber, daß zwischen der elektrischen Spannung der Säule und der der Atmosphäre nicht die entfernteste Uebereinstimmung, ja nicht der geringste Zusammenhang Statt finde, daß folglich de Luc's Säule zur Erforschung des elektrischen Zustandes der Atmosphäre keineswegs geeignet sey. Herr Schübler meint, die Goldpapiere saugen bald mehr bald weniger Feuchtigkeit aus der Luft ein, und nur vermöge dieser sey die Säule wirksam. Wärme begünstige, wie immer, so auch hier die Entwickelung der Elektricität, und es wären die Veränderung der Feuchtigkeit und Wärme der umgebenden Luft, welche sich nach und nach der Säule mittheilen, die Ursache der größern und kleinern periodischen Erscheinungen der Säule; diese aber correspondiren mit dem Hygrometer und Thermometer nur sehr unvollkommen und kaum bemerkbar, wegen der Langsamkeit, womit sie ihr mitgetheilt werden. Der überzeugendste Beweis, daß diese Säule als ein elektrisch-meteorologisches Instrument nicht angewendet werden könne, sey endlich, daß selbst

*) Schweigger's Journal für Chemie u. Physik. B. VII. S. 479.

die heftigsten Gewitter auf ihre Thätigkeit keinen Einfluß äußern.

Nachdem aber die neuere Zamboniſche trockne Säule ein Gegenſtand der Verwunderung wurde, verſinken mehrere Naturforſcher wieder auf den Gedanken, daß dieſe Säule beſonders auch ein wichtiges Inſtrument für die atmoſphäriſche Elektricität werden könne. Der Herr D. Schübler *), welcher nach Hofwyl in der Schweiz gekommen war, ſtellte nun ebenfalls mit dieſer Zamboniſchen Säule eine Vergleichung als elektriſch-meteorologiſches Inſtrument betrachtet an, ſo unwahrſcheinlich es ihm auch nach ſeinen frühern Unterſuchungen war, daß hier eine Correſpondenz Statt finden werde. Bey der einen trocknen Säule, welche er leicht mit auf Reiſen nehmen konnte, maß er die Stärke ihrer elektriſchen Spannung nicht durch Zählung von Pendelſchwingungen, wie bey einer andern Säule, welche unverändert an einer Stelle blieb, ſondern durch das Volta'ſche Elektrometer. Um eine genauere Vergleichung mit den Veränderungen der Luftelektricität hierüber anſtellen zu können, gebrauchte er hierzu beſtändig daſſelbe Elektrometer und den Condenſator, mit welchen er gewöhnlich die atmoſphäriſche Elektricität unterſuchte. Durch einen einfachen Draht konnte er leicht den einen Pol dieſer Säule bald mit dem Boden, bald mit der umgebenden Luft in leitende Verbindung ſetzen, während er die Elektricität des entgegengeſetzten Pols durch das Elektrometer prüfte. Die Spitze des Zuleitungsdrahts bewaffnete er immer mit einem brennenden Schwefel, wie bey Beobachtung der Luftelektricität, um den Uebergang der Luftelektricität zu befördern.

Mit dieſer trockenen Säule hatte Herr Schübler auf einer Reiſe durch die ſüdweſtliche Schweiz und Savoyen im Sommer Gelegenheit, eine Menge von vergleichenden Beobachtungen anzuſtellen, aus welchen

*) Schweigger's Journal für Chemie u. Phyſik. B. XV. S. 126 ff.

sich folgendes Resultat ergab. Die Thätigkeit dieser Säule dauerte gleichförmig fort selbst unter Verhältnissen, wo die atmosphärische Elektricität den verschiedensten Abwechselungen unterworfen ist, wenn ihre entgegengesetzten Pole mit dem Boden in leitende Verbindung gesetzt werden, wie dieses gewöhnlich der Fall ist. Sie zeigte der Hauptsache nach dieselbe Stärke auf dem Eise des Montblanc, wie bey Bex mehrere 100 Fuß unter der Erde, bey der heitersten ruhigsten Witterung an den Ufern des Genfer See, wie zu Trient während eines heftigen Gewitters u. s. f. Ueberhaupt erhielt sie sich mit der de Luc'schen sehr ähnlich, nur mit dem Unterschied, daß bey ihr noch mehr Gleichförmigkeit Statt fand.

Wurden die Pole der Säule mit der umgebenden Luft selbst in eine leitende Verbindung gebracht, so zeigte sich eine andere Erscheinung. Die atmosphärische Elektricität theilte sich in diesem Falle der Säule selbst mit, die elektrische Spannung des entgegengesetzten Pols ward dadurch bald schwächer, bald stärker, seine Elektricität ward bey starker entgegengesetzter elektrischer Luft auch wohl ganz vernichtet; merkwürdig war es immer, wie sich hier diese beyden auf so verschiedene Arten erzeugten elektrischen Kräfte verbanden, aufhoben, wie die atmosphärische Elektricität durch die Zamboniſche Säule selbst durchging, ohne ihre innere Thätigkeit zu stören. Ward die Säule isolirt in einer Luft aufgehängt, welche keine Elektricität besaß, so zeigten beyde Pole (wie bey der isolirten Volta'schen Säule) gleich viel + E und — E; ward der + Pol der Säule mit dem Boden in leitende Verbindung gesetzt, so zeigte der — Pol 20°, ward dem + Pol — 10° E zugeführt, so zeigte der entgegengesetzte Pol nun nur — 10° (die + 10° zugeführte Elektricität schienen in diesem Fall von den durch die Säule erzeugten — 20 Graden 10 Grade zu vernichten, und dadurch nur noch — 10° übrig zu bleiben). Auf diese Art standen alle Veränderungen der Säule mit

den der freyen umgebenden Luft in genauer Verbindung. Daß aber auf diese Art, bemerkt Herr Schübler, für die Untersuchung der atmosphärischen Elektricität nichts gewonnen sey, gehe von selbst hervor, die Erscheinungen würden nur complicirter, und das Elektrometer selbst bleibe immer das eigentliche Prüfungsmittel.

An seiner größern Zamboniſchen Säule in geschlossenen Zimmer hatte er seit 5 Monaten fortlaufende Beobachtungen angestellt, ohne übrigens eine Correspondenz mit andern periodischen Erscheinungen in der freyen Natur auffinden zu können. Folgende zwey Umstände hatten übrigens entschieden auf ihre Thätigkeit Einfluß:

1. Ihre Thätigkeit war größer, wenn die Luft, welche die Säule umgab, trockner war; eine Temperaturerhöhung des Zimmers durch Sonnenlicht oder Ofenwärme veranlaßte immer eine größere Thätigkeit der Säule, dagegen auch größere Trockenheit in der nächsten Umgebung der Säule.

2. Ihre Thätigkeit war größer, wenn sich zwischen den Scheiben mehr Feuchtigkeit befand. Wiederholt errichtete er Säulen aus Scheiben von Gold- und Silberpapier, welche er zuvor auf einem Ofen hatte vollkommen austrocknen lassen, und ebenfalls aus andern von derselben Größe und Zahl, welche er zuvor an der freyen etwas feuchten Luft hatte liegen lassen; immer gaben letztere wirksamere Säulen.

Indessen hat man doch in den neuesten Zeiten die trockenen oder die Zamboniſchen Säulen zur Beobachtung der niedern Luftelektricität vortheilhaft befunden, die so genannten vielschichtigen Verbindungen sich berührender ungleicher (und sich dadurch entgegengesetzt elektrisirender) guter Leiter, mit zwischen je zwey Leiterpaaren der Art eingeschichteten schlechtern Leitern (z. B. trockenem Papier). Der Herr v. Kelin *) hat die Ein-

*) Versuche und Beobachtungen zur nähern Kenntniß der Zamboniſchen Säule. München 1820. 4.

richtung und Wirkung dieser und aller ähnlichen Vorrichtungen, so wie eine Behufs der Beobachtung der Luftelektricität mittelst der Zamboniſchen Säule erfundene Oscillations-Libelle (eines nicht schweren Horizontalpendels) und eines eigenen Distanzmessers beschrieben.

Der Herr v. Nelin fand im Ganzen Schübler's angeführte Beobachtungen bestätiget, außerdem aber noch gegen Schübler: daß Gewitter und überhaupt Luftelektricität allerdings auf die trockene Säule einen Einfluß haben, der weder der Wärme noch der Feuchtigkeit der Luft zuzuschreiben ist, welcher vielleicht in Schübler's Beobachtungen unbemerkt geblieben ist, weil dessen Säule zu unempfindlich gegen die äußern elektrischen Einflüsse gewesen ist.

Luftkreis (Zus. zu S. 632. B. VII.). Es ist bis hierher noch nicht entschieden, wie weit sich unser Luftkreis über die Erde erstreckt, und welches die Ursache dieser Begrenzung ist, so viel Mühe sich auch die Naturforscher gegeben haben. Einen Beytrag zu diesem Gegenstande hat in den neuesten Zeiten der Herr Prof. Schmidt *) in Gießen gethan. Es bemerkt zuförderst derselbe, es sey wohl nach dem gegenwärtigen Zustande der Physik und dem, was wir über die Bildung der Gasarten wüßten, keinem Zweifel unterworfen, daß die Existenz unsers Luftkreises durch die Wärme bedingt sey. Sey aber die durch die Wärme erzeugte elastische Kraft der Lufttheilchen die Ursache, warum sich dieselben, den Gesetzen der Schwere entgegen, von der Erde aufwärts erheben, so müsse auch die Abnahme der Wärme in den höhern Regionen die Ursache der Begrenzung unserer Atmosphäre seyn. Die Grenze liege da, wo die specifische Elasticität der Luft mit der Kraft der Schwere ins Gleichgewicht komme. Befände sich in

*) Gilbert's Annalen der Physik ꝛc. B. LXII. S. 309. ff.

dem Luftkreise durchaus einerley Temperatur, so wäre auch an keine Begrenzung desselben zu denken. Bloß durch die von unten nach oben zu Statt findende Abnahme der Wärme der Luft werde eine Begrenzung der Atmosphäre nothwendig herbeygeführt, und es hänge diese Grenze eines Theils von dem Gesetz der Wärme-Abnahme, andern Theils von den Veränderungen der specifischen Elasticität der Luft durch die Wärme ab. Die Veränderungen der specifischen Elasticität kann man den Ausdehnungen der Luft durch die Wärme gleich setzen. Die Ausdehnungen der Luft durch die Wärme nimmt Schmidt nach Lambert, Gay-Lussac und und den neuern Naturforschern, den Unterschieden der Temperaturen proportional, und setzt sie für einen Grad des Reaumur'schen Thermometers = 0,0047 von dem Raume, welchen die Luft bey der Eiskälte einnimmt. Das Gesetz der Wärmeabnahme in der Atmosphäre läßt Schmidt zuerst für eine arithmetische Progression gelten und rechnet nach den Versuchen des Herrn von Humboldt 121,1 Toisen Erhöhung für einen Grad der Wärmeabnahme nach der Reaum. Skale.

Nach dieser Voraussetzung findet Herr Schmidt durch eine Berechnung die Höhe der Atmosphäre unter dem Aequator bey dem mittleren Barometerstande an der Oberfläche des Meeres = 337,3 Paris. Linien, und beym mittleren Thermometerstande = + 22,4° Reaum. gleich 27631 Toisen = 7,22 geogr. Meilen. Hingegen für diejenige Stelle der Erdoberfläche, wo bey gleichem mittlerem Barometerstande die mittlere Temperatur = 0 wäre, giebt die Rechnung die Höhe des Luftkreises = 25128 Toisen sehr nahe 66 geograph. Meilen.

Nach reiflicher Ueberlegung schien Herrn Schmidt das von Lambert aufgestellte Gesetz, daß die Wärme-Abnahme in der Atmosphäre nach dem leeren Raum hin, den jedesmaligen Temperaturen oder Spannkräften der Wärme proportional bleiben müssen, das vorzüg-

lichſte. Er nahm das Verhältniß der Spannkräfte der Wärme bey der Eiskälte und Siedhitze des Waſſers nach Lambert 1000:1376 an, und berechnete hiernach bey einem Barometerſtand von 28″ 1,3‴ und 22°,4 Reaum. die Höhe des Luftkreiſes = 104975 Toiſen, für denſelben Barometerſtand und 0° Reaum. aber = 103518 Toiſen. Dieß gäbe für die Höhe der Atmoſphäre unter dem Aequator ohngefähr 27,5 geographiſche Meilen, unter den Polen 27,1 geograph. Meilen.

Dieſes gegen viermal größere Reſultat als das der vorigen Rechnung zeigt nach Schmidt offenbar, daß, ſo lange das Geſetz der Wärmeabnahme in unſerer Atmoſphäre nicht ſchärfer als bisher beſtimmt iſt, auch an keine mathematiſch ſcharfe Berechnung der Höhe der Atmoſphäre zu denken ſey.

Das, was ſich aber aus ſeinen Betrachtungen als gewiß ergab, waren folgende Sätze: die Höhe der Atmoſphäre iſt durch die Wärmeabnahme begrenzt und eine Funktion derſelben, ſo wie von der Dichte und Temperatur an der Oberfläche der Erde. Da, wo auf unſerer Erde die größten Aenderungen in der Temperatur Statt finden, müſſen auch die größten Schwankungen in der Höhe der Atmoſphäre vorfallen, und da dieſe wieder auf die Preſſungen der untern Luftſchichten zurückwirken, ſo erklärt ſich hieraus, warum die jährlichen Barometerveränderungen in hohen nördlichen Breiten viel bedeutender ausfallen, als in der heißen Zone. Daß an einem und demſelben Orte der Erde der höchſte Thermometerſtand nicht immer mit dem höchſten Barometerſtande zuſammentreffe, beweiſe nichts gegen ſeine Behauptung, weil die Preſſung einer Luftſäule nicht bloß von ihrer Höhe, ſondern auch von ihrer mittleren Dichte abhänge, dieſe ſelbſt aber durch mancherley zum Theil bald vorübergehende, zum Theil lokale Urſachen, verändert werden könne.

Zuletzt bemerkt Herr Schmidt, daß die von ihm zuletzt berechnete Höhe der Atmosphäre genügender als die erste sey, nicht allein dieserwegen, weil die aus der astronomischen Dämmerung abgeleitete Höhe der Atmosphäre bedeutender größer ausfalle, als sie die erste Rechnung gegeben, sondern weil alle Umstände zusammengenommen, als da sind, Strahlung der Wärme von der Erde abwärts, Erregung der Wärme durch die Sonnenstrahlen auf der Oberfläche der Erde, so wie in den untern dichtern Schichten der Atmosphäre u. s. w. es höchst wahrscheinlich machten, daß die Abnahme der Wärme von der Erde nach den höhern Regionen hin, nicht gleichmäßig, sondern Anfangs schneller, und dann immer langsamer erfolgen müsse.

Luftpumpe (Zus. zu S. 634. Th. VI.). Der Herr Hofrath Muncke *) führt an, daß zwar nach seinem Vorschlage der Mechanikus Otteny, zu Jena, eine Luftpumpe verfertiget, aber eins der wesentlichen Stücke nicht beachtet habe. Er sucht daher auf seinen frühern Vorschlag wieder aufmerksam zu machen, und außerdem noch folgenden Mangel der bisherigen Luftpumpen zu verbessern. Es ist nämlich eine mangelhafte Einrichtung, wenn man jederzeit den Hahn mit der Hand umdrehen muß, indem die eine Hand ohnehin mit dem Exantliren der Pumpe beschäftiget ist, und es dann häufig, wo nicht immer, noch etwas zu halten giebt, worauf ohnehin die Aufmerksamkeit gerichtet seyn muß. Nach langen und reiflichen Ueberlegen glückte es ihm endlich, einen sehr einfachen und sichern Mechanismus aufzufinden, um diesem Uebel abzuhelfen. Da derselbe allerdings eine Beachtung verdient, so theile ich sie den Physikern und besonders den ausübenden Mechanikern mit:

Die Fig. 32. zeigt das Rad, welches den Stempel an der Zugstange in die Höhe zieht, von hinten. Es

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XLII. S. 390. ff.

wird von beliebigem Durchmesser (der größern Geschwindigkeit wegen räth Herr Muncke zu wenigstens 3 Zoll) aus Messing $\frac{1}{3}$ Zoll dick gearbeitet. Die Oeffnung, durch welche die Axe geht, auf welcher auf der vordern Seite die Kurbel aufsitzt, ist nicht viereckt, sondern rund, so daß sich die Welle in derselben frey bewegen kann; fg bezeichnet eine Vertiefung, die gerade einen Quadranten bildet. Da, wo die Welle durch die runde Oeffnung des Rades tritt, ist sie viereckt gearbeitet, und es wird auf dieselbe eine Vorrichtung d mit einem nach inwendig hervorstehenden Stabe c aufgeschroben. So wie dieser gegen den vorstehenden Rand bey f faßt, wird die gezahnte Stange bis ans Ende in die Höhe gehoben. Dreht man hiernächst die Kurbel zurück, so bewegt sich das Rad nicht mit, bis der Zapfen wieder bey g einfaßt, mithin erfolgt allemal vor dem Anfange jeder Bewegung des Rades eine Viertelumdrehung der Kurbel, wenn man abwechselnd vor- oder rückwärts dreht.

Fig. 33. zeigt den Mechanismus der Bewegung des Hahns. Auf der Kurbel, welche das Rad Fig. 32. in Bewegung setzt, ist da, wo sie in das Gestell tritt, ein Rad A angebracht, und ein ganz gleiches B ist fern auf den Hahn geschroben. CC ist eine eiserne, oben und unten gezahnte Stange, welche bey m und n in den viereckten Oeffnungen der Stäbe auf und niedergeht. pp ist eine gerade liegende Stahlfeder, welche nach der Schärfe gezeichnet ist. Sie liegt zwischen den Kloben nn beweglich, muß aber auf irgend eine Art so befestigt seyn, daß sie weder Rechts noch Links ausweichen kann. Am besten ist es, sie nicht ganz durch die Kloben treten zu lassen, sondern sie nur in die Einschnitte derselben einzuschieben. ff sind zwey nach hinten, also nach der Pumpe hervorragende Spitzen. Sie sind in solcher Entfernung angebracht, daß die eine die Feder hebt, wenn die Stange bald die größte Höhe erreicht haben wird, die andere aber sie niederdrückt, wenn sie der größten Tiefe nahe kommt.

Steht nun die Pumpe still, so hat man entweder mit dem Aufzuge oder dem Niederzuge aufgehört. Dieser mag ganz oder nur zum Theil vollendet seyn, so steht der Zapfen c (Fig. 32.) auf alle Fälle bey f oder bey g, vorausgesetzt, daß man wenigstens eine Viertelumbrechung vollendet hat. Nimmt man an, er stehe bey g, der Stempel sey also niedergedrückt, so gehört, wenn man nun zu drehen anfängt, eine Viertelumdrehung dazu, bis der Zapfen nach f kommt, und dann erst wird das Rad in Bewegung gesetzt werden, um den Stempel in die Höhe zu ziehen. Da aber das Rad A (Fig. 33.) auf der Kurbel fest sitzt, so wird dieses sogleich durch die Kurbel in Bewegung gesetzt, und zieht, ehe der Stempel gehoben wird, die Stange CC in die Höhe, so weit die Zähne derselben reichen, ohne dann beym weitern Umdrehen einen Einfluß auf dieselben zu haben. Rechnet man, daß jedes Rad A und B 40 Zähne hat, die Stange aber an jedem Ende 10, so muß eine Viertelumdrehung des Rades A gleichfalls eine Viertelumdrehung des Rades B bewirken, wodurch die Oeffnung des Hahns gerade in ihre gehörige Lage kommen wird, nämlich so, wie (Fig. 32.) den Stand des Rades darstellt; und das weitere Umdrehen hat dann auf die Stellung des Rades am Hahn keinen Einfluß. Damit aber die Räder genau wieder in die gezähnte Stange fassen, und nicht einmal Zahn an Zahn kommt, dazu dient die Feder pp, welche die Stange nach dem jedesmaligen Erfordernisse niederdrückt, oder in die Höhe hebt. Hierdurch könnte inzwischen leicht ein unangenehmes Klappern entstehen, wenn die Zähne des Rades A beym weitern Drehen gegen den letzten Zahn der Stange schlügen, und es würde dieses immer einen unangenehmen Eindruck machen, wenn auch die Stange jederzeit so hoch gehoben oder so tief niedergedrückt würde, daß das Rad am Hahn keiner weitern Bewegung unterworfen wäre. Hiergegen ist aber ein sicheres Mittel, daß die Stange da, wo

sie am Rade A liegt, genau gearbeitet werde, so daß die Zähne des gedreheten Rades sich in der gekrümmten Linie schleifen. Uebrigens wird der Mechanismus beständig richtig gehen, man mag viel oder wenig rück- oder vorwärts drehen, den Stempel ganz oder nur zum Theil in die Höhe heben.

So wie Fig. 33. gezeichnet ist, ist die Pumpe nach dem Auszuge zum Exantliren eingerichtet. Will man sie zum Condensiren gebrauchen, so dreht man das Rad B genau eine Viertelumdrehung, bis der Condensationsstrich auf den auf der Fläche des Bodenstücks des Stiefels gezeichneten Strich q paßt. Noch ist zu merken, daß das untere Stück, welches an den Stiefel geschroben wird, und worin sich der Hahn dreht, leicht von Stahl gearbeitet werden kann, und auch daraus gemacht werden muß, theils weil alsdann die Bewegung viel leichter ist, theils weil dieses Metall sich nicht abnutzt, und also auch die Bohrung des Hahns genauer seyn kann. Uebrigens muß die Pumpe nicht vieles, aber sehr reines Oel haben, wodurch die Bewegung in allen Theilen fein und sanft erhalten wird. Dieses kann die Canäle nicht verstopfen, und die Wirkung der Pumpe muß also der Berechnung aufs vollkommenste gleich kommen.

Auch für den Condensationsmesser glaubt Herr Muncke eine Verbesserung ausgedacht zu haben. Statt der sehr langen, leicht zerbrechlichen Röhre schlägt er eine kürzere, oben durch eine Fassung mit einem Guerickischen Hahn verschlossene kürzere, starke Röhre, vor. Der Hahn dient dazu, um das Instrument jederzeit beym Gebrauch zu öffnen, und die in der Röhre eingeschlossene Luft mit der äußern nach Verhältniß des jedesmaligen thermometrischen und barometrischen Einflusses ins Gleichgewicht zu setzen. Die genau calibrirte Röhre wird mit einer Skale versehen, auf welcher die Grade der Zusammendrückung in ganzen Zahlen und Decimalbrüchen gezeichnet sind. Diese Vorrichtung kann

denn auch beym Exantliren stehen bleiben, und leistet bey einer Reihe bedeutender Versuche wesentliche Dienste, wenn man z. B. messen will, durch welche große Kraft Gläser, Häute u. s. w. gesprengt werden können.

Auch Herr D. Messerschmidt *) hatte sich Mühe gegeben, eine einfache, höchst dauerhafte und sehr wohlfeile, dabey aber von möglichster Wirksamkeit begleitete Hahnluftpumpe mit zwey Stiefeln zu erfinden, wobey besonders die innere Einrichtung des Hahns vor allen bekannten den Vorzug haben sollte, daß der schädliche Raum zwischen Hahn und Stiefel bey größter Einfachheit doch völlig ausgeschlossen sey, welches noch keine Hahnluftpumpe geleistet habe. Herr D. Messerschmidt hat sich nach dieser seiner Erfindung eine Luftpumpe verfertigen lassen, die der bezweckten Wirksamkeit völlig entsprach, obgleich der Hahn noch nicht so ganz vollkommen eingerichtet war, wie er ihn nachher beschrieben hat. Seinen Versuchen zu Folge brachte er das Quecksilber im Barometer mittelst dieser Luftpumpe bis auf etwa 2 Linien herab.

Noch eine andere zweystiefelige Luftpumpe hat der Herr Prof. Graßmann **) angegeben. Er bemerkt zuerst, daß sich durch die angegebenen Vorrichtungen der Herren Muncke und Messerschmidt der schädliche Raum nicht gänzlich vermeiden lasse; es dürfe der Fortsatz des Kolben den Hahn nicht berühren, wenn er ihn nicht verletzen und sehr bald unbrauchbar machen solle; und immer bleibe einiger leerer Raum um die untere Metallscheibe des Kolben, auf welcher die Lederscheiben ruhten, wie sorgfältig auch die Arbeit ausgeführt sey, der sich mit Luft fülle, und der endlichen Verdünnung eine Grenze setze.

Der Gedanke scheine sehr nahe zu liegen, sich, bey einer zweystiefeligen Luftpumpe zur Verdünnung der Luft des schädlichen Raums in dem einen Stiefel, des

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XLIII. S. 144. ff.
**) Ebendaselbst B. LXV. S. 392 ff.

andern Stiefels zu bedienen, und es sey zu verwundern, daß, so viel ihm bekannt, bisher noch niemand auf diesen so leicht ausführbaren Gedanken gekommen sey, zumal da schon Little bey einer einstiefligen Luftpumpe eine Vorrichtung zu einem ähnlichen Zwecke angegeben habe. Nach Herrn Graßmann's Einrichtung besteht das Eigenthümliche des Hahns besonders darin, daß er für beyde Stiefeln gemeinschaftlich ist. Beym Drehen kommt er nämlich nach Vollendung einer Viertelumdrehung in eine Stellung, in welcher beyde Stiefel mittelst einer zweckmäßigen Durchbohrung in offener Gemeinschaft sind, und die Luft aus der mit dem einen Stiefel verbundenen Röhre und dem übrigen schädlichen Raume sich also mit der verdünnten Luft in dem andern Stiefel in gleiche Dichtigkeit setzt. Dieses Ueberströmen der Luft aus dem schädlichen Raume des einen Stiefels in den luftverdünnten des andern findet zu einer Zeit Statt, wo alle Gemeinschaft mit dem Recipienten abgeschnitten ist, welches also um so schneller vor sich gehen wird, je größer der Unterschied in der Dichtigkeit in den beyden Räumen ist, mithin zu Ende der Operation stärker als zu Anfang bey den ersten Kolbenzügen. Auf diese Art ließe sich die Verdünnung der Luft außerordentlich weit treiben. Gesetzt, es wäre der schädliche Raum 0,01 vom Spielraume des Stiefels, und es werde das Ventil am Hahne, durch welches die noch übrige im Recipienten verdünnte Luft fortgeschafft wird, erst durch einen Druck von 4 Linien Queckſilber geöffnet, so würde bey einer bloß durch die Wirkung des schädlichen Raums begrenzten Verdünnung, die Barometerprobe in einer solchen Luftpumpe nahe bis $\frac{1}{30}$ Linie sinken müssen, welches schon über die Grenze der Genauigkeit hinaus liegt, die man bey der Beobachtung der Barometerprobe gewöhnlich erreicht.

Der Universitäts-Mechanikus in Kiel, Herr Kramer *) führt ganz richtig an, daß einstieflige Luft-

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXXI. S. 104. f.

pumpen vor einer zweystiefligen Vorzüge haben, wenn letztere nicht noch den Vortheil hätten, daß man durch sie einen gleichen Grad der Verdünnung in kürzerer Zeit bewerkstelligen könne. Um nun den einstiefligen Luftpumpen denselben Vortheil zu verschaffen, giebt er zur Erhaltung dieser Absicht ein Paar Vorrichtungen an, bey welchen ebenfalls auf Verminderung des schädlichen Raums mit Rücksicht genommen worden ist. Sehr einfach und zugleich vollkommen würde sich eine solche einstiefelige Luftpumpe einrichten lassen, wenn man die von Herrn Prof. Graßmann angegebene sinnreiche Vorrichtung zur Verminderung des schädlichen Raums daran anbringe, welches durch folgende Abänderung geschehen könne:

Der obere und untere Theil des Stiefels werden durch ein, neben ihn herabgehendes Rohr, das zur Befestigung am Deckel und Boden oben und unten gekrümmt ist, mit einander in Verbindung gesetzt. In der Mitte ist dieses Rohr durch einen Hahn unterbrochen, und vom Teller aus tritt ein zweytes gebogenes Rohr, etwas vorwärts des vorigen, in die Hülse des Hahns, rechtwinklicht auf die Richtung des ersten Rohrs. Ist nun dieser Hahn nach der von Herrn Graßmann beschriebenen Methode durchbohrt, so erhellet, daß, wenn man ihn, nach jedesmaliger Bewegung des Stempels um einen halben Umgang dreht, welches beständig nach derselben Richtung geschehen kann, nicht allein die doppelte Wirkung Statt findet, sondern auch die im schädlichen Raume befindliche Luft, vor jeder neuen Bewegung, abwechselnd in den obern oder untern Raume des Stiefels mit ausgedehnt wird. Obgleich hier der schädliche Raum an sich viel größer ist, als bey andern Luftpumpen, so hat doch dieß, wenn nur die gehörigen Verhältnisse beobachtet werden, keinen merklichen Einfluß.

Der Hofmechanikus Herr D. Körner *), zu Jena, liefert besonders so gute und vollkommene Luftpumpen,

*) Anleitung zur Verfertigung übereinstimmender Thermometer und Barometer für Künstler und Liebhaber ꝛc. mit 8 Kupfert. Jena 1824. S. 202. ff.

als man nur irgend verlangen kann. Es wurden bey ihm für die Universität zu Bonn zwey Luftpumpen bestellt, und dieß gab ihm Veranlassung, die Erfordernisse einer vollkommnen Luftpumpe in Ausübung zu bringen. Mit Recht verlangt er von einer einfachen, guten und wo möglich vollkommensten Luftpumpe, daß sie folgende Eigenschaften besitze:

1. Muß sie nur Einen, aber einen stehenden Stiefel haben. Denn ein einziger Stiefel von großem Umfange erfordert nur eine einzige Kolbenstange, einen einzigen Stempel, und die Reibung kann nicht so stark seyn, als bey zwey Stiefeln, welche, wenn sie auch kleiner sind, doch im Verhältnisse mehr Oberfläche haben. Der stehende Stiefel aber hat den Vortheil, daß beständig über dem Stempel etwas Oel erhalten werden kann, welches die Friction vermindert, und den Zutritt der Luft zwischen Kolben- und Stiefelrand verhindert.

2. Muß sie schnell exantliren.

3. Muß bey dem Bau besonders auf Vermeidung des schädlichen Raums Rücksicht genommen werden.

4. Müssen so viel als möglich Fugen an der Maschine vermieden seyn; die unvermeidlichen müssen aber leicht verschließbar, und die Anordnung der Theile bey jeder zu verschließenden Fuge, muß so gewählt seyn, daß sie den Zutritt der atmosphärischen Luft gänzlich verhindert.

5. Muß die Absperrung des leeren Raums von der Pumpe mit keinen beständig wandelbaren, das Maximum der Leere verhindernden Ventilen, sie mögen gemacht seyn wie sie wollen, sondern mit Hähnen bewirkt werden, die sich aber auf eine bequeme Art müssen öffnen und schließen lassen.

6. Müssen Teller und Glockenränder vollkommen eben geschliffen seyn, daher muß auch zu Tellern das poröse Messing vermieden, vielmehr können dieselben von Glas gearbeitet werden, wodurch man die entleerten

Glocken, so lange man will, in dem leeren Zustande erhalten kann.

7. Muß der Bau so einfach als möglich seyn, um nöthigen Falls Zerlegung und Zusammensetzung in kurzer Zeit mit Sicherheit bewirken zu können.

8. Verlangt auch der jetzige Zustand der Naturwissenschaften eine Einrichtung, die über irgend eine Substanz gefundene Gasart zur Untersuchung auf die pneumatische Wanne, oder auch Gasarten von der Wanne unter die Glocken zu bringen, auch mit Leichtigkeit entleerte Ballons mit Gasarten anzufüllen.

Nach diesen Erfordernissen hat Herr Börner die Fig. 34. vorgestellte Luftpumpe erbauet. Mehrere praktische Erfahrungen bestimmten ihn, die äußere Seite des Stiefels bey BB conisch zu bearbeiten, das Bodenstück CC dem abgestumpften Kegel anzupassen und einzuschleifen, das Ganze aber mit dem Ringe DD zusammenzupressen. Die Fortsetzung des Bodens, worin der Hahn sich befindet, ist ein massiver Würfel.

Diesen Schluß fand er so bewährt, daß er nichts zu wünschen übrig ließ; zugleich bekam er Raum zur Vorrichtung den schädlichen Raum zu entfernen, zu welchem Zwecke er den Boden bey bb so tief conisch eindrehte, daß der Scheitel des Kegels bis auf eine starke Haarstärke auf der Oberfläche des Hahnes aufsaß; in diese conische Vertiefung paßt die eben so geformte Fortsetzung des Stempels E bey cc. Den Stempel bearbeitet Hr. Börner anders, als er gewöhnlich bearbeitet wird.

Auf der Platte δδ des Stempels war zugleich ein Charnier εε angegossen; zugleich sitzt an dieser Platte der abgestumpfte Kegel ζζ, der sich in eine Schraubenmutter zur Aufnahme des Stücks cc endigt. Der zwischen der Platte δδ, dem Kegel ζζ und dem Kegel cc befindliche leere Raum αααα ist mit Kork ausgefüllt, welcher gehörig abgedreht ist, auf welchem zwey gepreßte lederne Kappen ββ, ββ geschoben, und

bis zum gehörigen Schluß abgedreht sind. Diese Kolben gehen wegen der Elasticität des Korks mit einer ungemeinen Leichtigkeit, schließen sehr gut, und wenn sie abgearbeitet sind, darf man nur den Kegel cc zuschrauben, wodurch der Kork aufgetrieben und der Stempel von neuem passend gemacht wird.

An den hölzernen Backen UU, an welche die Stirnradswelle eingelassen ist und sich bewegt, ist nach der inwendigen Seite zu ein Zapfen n befestigt, um welchen sich eine Hülse o bewegt, die mit dem doppelten sich in einen gezahnten Kreisbogen endigenden Hebel (Fig. 35.) TT verbunden ist; in beyden Figuren sieht man die Kurbel, durch welche dieser Bogen bewegt wird, und da derselbe, wie man Fig. 35. sieht, in eine gezahnte Stange M greift, so wird diese durch Heben oder Niederdrücken auch auf und niederbewegt; diese Stange ist an ihrem untern Ende, greift in den mit dem Haupt- und Wechselhahn verbundenen Quadranten, und öffnet und schließt denselben. Dieser Haupthahn öffnet sich (Fig. 34) bey a in eine conische, auf ihrer Peripherie mit einer Schraube versehenen Hülse, zur Aufnahme des luftdichten Canals Fig. 36. bestimmt.

Das Bodenstück (Fig. 34.) U der Pumpe, welches zur Aufnahme des Hahns würfelförmig gearbeitet ist, endigt sich bey yy in einen Cylinder, auf dessen Oberfläche eine Schraube gedreht, der aber selbst conisch ausgehöhlt ist; in welche Höhlung das kegelförmige mit einem Ansatz versehene Stück xx eingepaßt und eingeschliffen ist; die mit einem weiten Loch, um an die Röhre angeschoben werden zu können, versehene Schraubenmutter WW drückt beym Zuschrauben auf den Ansatz des conischen Stücks xx, und bewirkt den vortrefflichsten Schluß, den man nur wünschen kann. H ist der zwischen Stiefel und Tellern befindliche Communicationscanal, der bey R in einem Gefäß verbunden ist, um Feuchtigkeit die bey Versuchen in die Communicationsröhre und durch diese in die Pumpe kommen könnte,

wie auch aus dem Stiefel das Oel, welches die Luft zwischen dem Kolben durchdrücken sollte, aufzunehmen. Dieser Communicationscanal steht mit dem die beyden Teller verbindenden auf folgende Art in Verbindung; das Stück A'B' hat bey e e, d d, e'e', d'd', zwey cylindrische Zapfen, die conisch ausgebohrt, und in welche die Docken K und L, die die Teller tragen, eingeschliffen sind; das untere Ende dieser Docken ist mit Schraubengängen versehn, welchen die Mutter d d d'd' entsprechen, womit die Docken in die Löcher eingepreßt werden, wodurch der luftdichte Schluß bewirkt wird. Der Canal H ist mit diesem Docken auf die Art, wie mit der Pumpe verbunden. Auf die untere Seite der Platte A'B' ist ein aus Tafelmessing getriebener halber hohler Cylinder, mit f f bezeichnet, aufgelöthet, wodurch luftdichte Communication zwischen beyden Tellern hervorgebracht ist.

Herr Körner war gezwungen bey der Einrichtung dieser Luftpumpe zwey Teller anzuwenden, obgleich, wie bey andern, einer hinreichend gewesen wäre; wenn man Ballons entleert, um Gase einzulassen, um ihr absolutes Gewicht zu bestimmen, ist man immer in Unsicherheit, wegen der Größe der Entleerung, woraus nothwendig Fehler entstehen müssen. Schraubt man auf den Teller K den zu exantlirenden Ballon, so kann man auf L einen Recipienten mit der Birnprobe setzen, den Teller K mit dem Hahn absperren und nach eingetauchter Birnprobe bey L Luft zulassen, zu welchem Zwecke in der Docke l der Wechselhahn angebracht ist, wodurch man im Stande ist, den im Ballon enthaltenen Antheil Luft und deren Schwere, nach Barometer- und Thermometerstand, zu bestimmen. Uebrigens kann man bey jedem Versuche auf dem einen Teller das gewöhnliche dazu vorgerichtete Barometer und Manometer aufsetzen.

Die Teller sind nicht, wie sonst gewöhnlich, aufgeschraubt, sondern sind mit conischen Hülsen auf ent-

sprechende Zapfen aufgeschoben, und werden, beynahe nur der Form wegen, nur durch die Schraubenmuttern q q' gehalten. Diese Einrichtung mußte er wegen der gläsernen Teller wählen, weil er durch Aufschrauben derselben das Zerspringen befürchtete. Schon Mendellsohn *) in London hatte zu Tellern ebene geschliffene Glasplatten gewählt, und selbst die Stiefel von Glas, welche inwendig ausgeschliffen und polirt waren, zu Luftpumpen angewendet. Dabey bemerkt er noch, daß er das Glas dem Messinge dieserwegen vorziehe, weil es weder vom Wasser noch von Säuren angegriffen werde, und die Friction zwischen dem Kolben aus Zinn gefertigt und dem Glase über alle Erwartung gering sey.

Zum Transport der Gasarten von der pneumatischen Wanne in den Recipienten, oder aus diesem zur Untersuchung auf die Wanne dient die Vorrichtung Fig. 36. Das kegelförmige Ende Fig. 34. bey u paßt sowohl in die Hülse bey dem Hauptahn, als auch in einen oder einige Recipienten, und wird mit der Fingerschraube, mit einem oder dem andern Apparatstücke luftdicht verbunden. Es ist eigentlich ein mit Sperrhähnen (Fig. 36.) Q und O versehener, durch die Einrichtung mit zwey Kegeln, wie bey u v zu sehen, luftdicht beweglicher Canal, dessen Oeffnung durch s angedeutet ist. Bey 1 und 2 sind die beyden beweglichen Knie. P ist der Recipient, der auf dem Steg der pneumatischen Wanne steht, welcher durch einen Kolbenzug, nach geöffneten Hähnen mit Wasser gefüllt wird, das durch die zugelassenen Gase wieder in die Wanne zurückgeht.

Die Wirkung und Dauer dieser Luftpumpe war so, daß er das ausgekochte Barometer durch anhaltendes Exantliren bis auf eine Linie über das Niveau herunterbrachte, in welchem Zustande es 17 Tage verharrte,

*) *Nicholson's* journal of nat. philos. March 1805. p. 201. übers. in Gilbert's Annalen B. XXII. S. 95.

und würde länger darin geblieben seyn, wenn nicht wieder Luft wäre eingelassen worden.

M.

Magnet (Zus. zu S. 424. Th. III. und S. 635. Th. VI.). Die hier angeführten magnetischen Erscheinungen einer Gebirgskuppe von Serpentinstein, so wie des Granites des Brockens u. s. f. scheinen doch nach den neuern sorgfältigern Erfahrungen vom eingemengten Magneteisenstein abzuhängen [α]). Ja Coulomb schien durch neuere genauere Beobachtungen überzeugt zu seyn, daß bey seinen anfänglichen Versuchen, welche er mit Streifchen von mancherley Körperarten des Magnetismus wegen angestellt hatte (s. Th. VI. S. 637. f.), ein geringer Eisenhalt mit im Spiele gewesen sey [β]). Ritter [γ]) wollte auch beobachtet haben, das **Chrom**, **Niccolan** (ein Gemisch von **Nickel** und **Kobalt**), **Uran**, **Mangan** und **Titan** schon selbstständige Magnete sind. Allein höchst wahrscheinlich rührt ihr Magnetismus vom beygemischten Eisen her. **Eisen**, **Nickel**, **Wodan** und **Kobalt** können nach den bisherigen Beobachtungen als selbstständige magnetische Metalle betrachtet werden, welche als solche frey schwebend eine den Polen der Erde entsprechende Stellung annehmen, ähnliche entgegengesetzte Anziehungsverhältnisse auch gegen jeden künstlichen Magnet behaupten, und alle des Magnetismus fähige Substanzen, auch dann schon anziehen, wenn dieselben zuvor noch nicht magnetisch waren, sondern es erst durch die Ziehung werden.

(Zus zu S. 426. Th. III.) Etwa sechs Jahre nach **Tob. Mayer** hat auch noch **Lambert** [δ]) in zwey sehr

---

α) Gilbert's Annalen. B. XXVI. S. 256 ff. B. XLIV. S. 89 f.

β) Traité de physique par *Biot*. Tom. III. à Paris 1816. p 117.

γ) Gehlen's neues allgem. Journ. der Chemie. B. V. S. 595 f.

δ) Untersuchungen über den Magnetismus der Erde, übers. von Treschow Hanson. Erster Theil, die mechanische Erscheinungen des Magnets. Christiania 1819. 4.

scharfsinnigen Abhandlungen die Gesetze in der Wirkung des Magnets durch Versuche zu bestimmen gesucht, und besonders die mathematische Theorie desselben sehr schön entwickelt. Zu seinen Versuchen gebrauchte er einen kleinen fast kubischen Magneten und eine Magnetnadel. Aus denselben bewies er bey der sehr einfachen Voraussetzung, daß die Wirkung des Magneten in gleichen Entfernungen gleich groß ist, daß die Größe der Wirkung dem Sinus des Einfallswinkels proportional ist. Ferner suchte er aus denselben Versuchen zu erweisen, daß die Elementarwirkung sich umgekehrt wie die Quadrate der Entfernungen verhalte.

In den neuesten Zeiten hat wohl die mathematische Theorie am besten und vollständigsten entwickelt der Herr Professor Christ. Hansteen. Er bemerkt, daß ihm Lambert durch seine Arbeiten den Leitfaden in die Hand gegeben hätte, welchem er in seiner Untersuchung gefolgt sey, und welcher, wie er glaube, der einzige sey, der glücklich an das Ende dieses Labyrinths zu führen vermöge.

In Ansehung der Coulomb'schen Resultate wäre nach Hansteen zu wünschen, daß man sie durch einen andern Apparat bestätigen möchte, wodurch die magnetischen Kräfte mit einer weniger verborgenen Kraft, als der Drehung des Drahtes verglichen würden. Hansteen setzte voraus, daß die magnetische Kraft, welche auf irgend einen Punkt eines Linearmagneten wirkt, sich wie eine gewisse Potenz des Abstandes des Punktes vom Mittelpunkte des Magnets verhalte, und fand daraus neun verschiedene Formeln, welche die magnetische Anziehung in verschiedenen Abständen ausdrückten. Es kam nun darauf an, welche von diesen Formeln mit den Erfahrungen zusammenstimmte. Dieserwegen stellte er Versuche, welche von den Coulomb'schen verschieden waren, mit einem sehr fein getheilten Compaß und sehr empfindlichen Magnetnadel an. Diese Nadel zeigte genau auf o°; nun war eine Linie senk-

recht auf den magnetischen Meridian durch den Mittelpunkt der Nadel gezogen, und diese Linie in magnetische Halbaxen, und jede von diesen in 10 gleich große Theile eingetheilt. Endlich ward ein künstlicher Magnet in diese Linie und zwar in verschiedenen Abständen von der Magnetnadel gelegt, und die Größe der Winkel aufgezeichnet, welche die Magnetnadel mit dem magnetischen Meridian machte. Hieraus fand er nun durch gehörige Anwendung, daß die Anziehungskraft, mit welcher zwey magnetische Punkte auf einander wirken, in umgekehrten Verhältnisse des Quadrats des Abstandes steht, welches das erste Elementargesetz für die magnetische Wirkung ist.

Was das zweyte Elementargesetz betrifft, oder die Zunahme der magnetischen Kraft in der Magnetaxe vom magnetischen Mittelpunkte nach beyden Polen zu, so scheint es, daß die Kraft in der Axe nach den Quadraten der Abstände vom Mittelpunkte zunähme, d. i. jedes Punktes absolute Intensität ist proportionirt mit dem Quadrate seines Abstandes vom magnetischen Mittelpunkte.

Hiernächst bestimmte Hansteen ganz allgemein in zwey Reihen die magnetische Wirkung in der verlängerten Axe und im magnetischen Meridiane, wenn sich die Intensitäten der Punkte in der Magnetaxe verhalten, wie die $r$ten Potenzen der Entfernungen a vom Mittelpunkte. Da nun der Werth von r das einzige noch zweifelhafte Gesetz der magnetischen Wirkungen ist, so müssen alle die Folgerungen, welche man aus jenen allgemeinen Reihen ableiten kann, für alle Werthe von r gelten. Wenn daher der Abstand a in Vergleich mit der Halbaxe des Magneten sehr groß ist, so ergiebt sich

1. daß, wenn die Entfernung a vom Mittelpunkte des Magneten dieselbe ist, die magnetische Kraft unter dem Pole doppelt so groß, als die Kraft unter dem magnetischen Aequator, und

2. daß die Wirkung eines Magneten auf einen Punkt in der verlängerten Axe, wie im magnetischen Aequator, sich umgekehrt verhält, wie die Würfel der Entfernungen a. Es bestätigte also die Theorie für große Entfernungen dasjenige, was P. P. Jacquier und le Sieur und mehrere andere durch Versuche gefunden hatten.

Hansteen suchte nun aber auch die Anziehungs- und Abstoßungskraft zweyer lineären Magnete gegen einander durch Rechnung zu bestimmen, wenn beyde eine solche Lage hatten, daß ihre Axen in einer und derselben geraden Linie lagen. Hier fand er, daß sich die Wirkung beyder Magnete auf einander umgekehrt wie die vierte Potenz der Entfernung der Mittelpunkte verhalte.

Hierbey bemerkt er, daß dieß Veranlassung zu der Verwirrung und Uneinigkeit gegeben habe, welche zwischen den experimentirenden Physikern geherrscht habe, indem einige die dritte, andere die vierte Potenz des Abstandes als die rechte Funktion für die magnetische Kraft ausgegeben hätten, je nachdem sie Versuche mit einem Magneten und einer Magnetnadel, oder mit zwey Magneten gemacht hätten.

Nach Hansteen verdient auch noch bemerkt zu werden, daß in größern Entfernungen die Mittelzahl der Anziehungen von derjenigen der Abstoßungen fast gar nicht verschieden war; in geringern hingegen die Anziehungen immer größer als die Abstoßungen gefunden wurden, und der Unterschied zwischen beyden zunahm, wenn der Abstand der Magneten abnahm. So war z. B. in den Abständen 2,5, 2,4, 2,3, 2,2, 2,1 der Unterschied zwischen Anziehung und Abstoßung = 0,6, 1, 2,4, 8,6, 32,5 Granen. Diese Erscheinung läßt sich nach ihm so erklären, wenn zwey Magneten einander mit den gleich benannten Polen genähert werden, so sucht jeder in dem andern die entgegengesetzte Polarität zu erwecken, und ist der eine viel stärker als

der andere, so wird dieß wirklich geschehen. Besitzen beyde Pole z. B. + M, so wird in dem schwächern oder weichern Magneten dieses + M je schwächer und schwächer werden, je näher die Magnete sich kommen, bis es in einem gewissen Abstande ganz verschwindet, womit denn auch die Abstoßung verschwunden ist. Kommen die Magnete sich noch näher, so erhält der schwächere Magnet in dem nächsten Pol — M, und die Abstoßung verwandelt sich in Anziehung. Sind beyde Magneten von gleicher Härte und Stärke, so wird diese Umwandlung wohl nicht Statt finden, aber der eine Magnet wird doch die Kraft des andern schwächen, und die Abstoßung wird schwächer werden, als sie seyn sollte, wenn alles unveränderlich wäre. Werden hingegen zwey freundschaftliche Pole einander zugekehrt, so erwecken diese eine größere gegenseitige Wirksamkeit, und in geringern Entfernungen wird die Anziehung größer, als sie eigentlich seyn sollte.

Es erhellt also, daß die Größen, welche die absolute Kraft des Magneten bestimmen, und die Größe, welche das Gesetz ausdrückt, nach welchem die Kräfte der Elemente vom magnetischen Mittelpunkte nach den Polen zu wachsen, nicht im strengsten Verstande beständige Größen sind. Am deutlichsten sieht man dieß bey dem unmagnetischen Eisen, wo die Anziehung eines Magneten auf dasselbe Null seyn sollte, so wie auf jede andere unmagnetische Materie, z. B. Holz, Stein u. s. w. Gleichwohl wird nach und nach, wie das weiche Eisen dem Magneten genähert wird, das Gleichgewicht zwischen dessen magnetischen Kräften mehr und mehr aufgehoben, d. h. die magnetische Kraft wächst im Eisen von o an, bis sie bey der Berührung dieselbe Größe erlangt, wie im Magneten selbst.

Bisher hatte Hansteen die Wirkungsgesetze eines lineären Magneten theoretisch untersucht; allein die bey den Versuchen gebrauchten Magnete waren nichts weniger als lineäre. Um sich nun zu überzeugen, ob die-

selben Gesetze auch bey wirklichen nicht linearisch betrachteten Magneten Statt finden, wurden beyde Magnete mit ihren gleichartigen Polen dergestalt zusammengebunden, daß beyde gesammelt jetzt einen einzigen Magneten von doppelt so großer Dicke ausmachten, und damit die Versuche wiederholt. Es ergab sich, daß die Dicke des Magneten keinen merklichen Einfluß auf das gefundene Resultat habe; dagegen gab aber dieser Versuch zu einer andern Bemerkung Veranlassung; es war nämlich die Wirkung der beyden Magnete, welche einander mit ihren gleichnamigen Polen berührten, kleiner, als die Summe beyder Wirkungen der einzelnen Magneten. Offenbar lag der Grund dieser Erscheinung, wie vorher schon bemerkt worden, bloß darin, daß jedes Theilchen des einen Magnets einen entgegengesetzten Magnetismus in den zunächst liegenden Stellen des andern Magneten zu erregen strebte, wodurch also beyde Magnete wechselseitig ihre Intensität schwächen mußten.

Wurden die beyden Magnete so zusammengebunden, daß die freundschaftlichen Pole einander berührten, so wirkten sie sehr nahe wie ein einzelner Magnet, dessen Intensität der Differenz zwischen beyden gleich ist.

Gedenkt man sich einen, auf die Längenaxe eines prismatischen Magneten gemachten Queerschnitt, so wird die Intensität derjenigen Theilchen, die dem Umkreise dieses Schnittes nahe liegen, größer seyn, als die Intensität der mittelsten Theilchen. Von der Richtigkeit dieser Beobachtung kann man sich besonders durch folgenden Versuch überzeugen. Man nehme zwey sehr schwache prismatische Magnete von gleichen Dimensionen, daß sie, wenn die Endflächen sich vollkommen decken, einander kaum zu tragen vermögen; bringt man aber bloß die Seitenlinien der Endflächen in Berührung, so werden sie einander mit Leichtigkeit tragen, und die Kraft, welche erfordert wird, um sie zu trennen, ist gewöhnlich am größten, wenn die kürzesten Seitenlinien in Berührung sind. Wird ein prismati-

scher Magnet vertikal unter einem horizontal liegenden Papiere dermaßen gehalten, daß die Endfläche des Magneten die untere Fläche des Papiers berührt, und bestreuet man das Papier mit Eisenfeilspähnen, so sammeln sich diese in größter Menge über den Seitenlinien der Endfläche, und stellen deutlich die Figur der Endfläche dar. Legt man den Magneten horizontal unter das Papier, und bestreuet es mit Eisenfeilspähnen, so geben diese ebenfalls den Umriß der Seitenflächen an, indem sie sich da am stärksten anhäufen, und die zwischen den Seitenlinien eingeschlossene Fläche fast entblößt lassen.

Hier stößt nach Hansteen's richtiger Bemerkung die Theorie auf eine dritte Schwierigkeit, nämlich auf die Untersuchung des Gesetzes für die Vertheilung der Intensitäten in den auf der Axe lothrechten Durchschnittsflächen, welches das dritte magnetische Elementargesetz ist. Dieses dritte Gesetz wird aber um so schwieriger auszumitteln, da es wahrscheinlich verschiedene Modificationen nach der verschiedenen Figur der Durchschnittsfläche erhält. Ist der Magnet cylindrisch, so ist glaublich, daß alle Theilchen in der Durchschnittsfläche, welche denselben Abstand vom Mittelpunkte haben, dieselbe Intensität besitzen, so daß man sich jede Durchschnittsfläche denken kann als aus einer unendlichen Menge Kreisringe bestehend, mit vom Mittelpunkte gegen den äußersten Umkreis hin wachsenden Intensitäten. In prismatischen Magneten wird das Gesetz für diese Vertheilung der Kräfte vermuthlich verwickelter seyn. Ohne Zweifel ist die vollständige Entwickelung dieses Gesetzes eine der schwierigsten Aufgaben in der Analyse.

In jedem prismatischen oder cylindrischen Magneten wird es eine Fläche geben, in welcher die Intensität $= o$ ist. Diese Fläche nennt Hansteen den Aequator, und die gerade Linie auf die Aequatorialfläche durch ihren Mittelpunkt die Axe des Magneten. In gleicher

Entfernung von der Aequatorialfläche wird also die Intensität am kleinsten in der Axe, am größten nahe an den Seitenflächen.

Wenn sich in der verlängerten Axe oder in dem verlängerten Aequator eines rechtwinklichten prismatischen Magnets von unendlich kleiner Dicke ein magnetisches Theilchen befindet, so fand Hansteen die Größe der Kraft, womit der Magnet auf dieses Theilchen wirkt, eben so, als wenn der Magnet ein lineärer Magnet sey. Ueberdem gab die Rechnung, daß bey großen Entfernungen die Figur der Endflächen des prismatischen Magneten keinen kenntlichen Einfluß auf die Anziehung oder Abstoßung habe, und daß man ihn daher ohne merklichen Fehler als einen lineären Magneten betrachten kann. Auch verhalten sich bey prismatischen Magneten in großen Abständen die Intensitäten im magnetischen Aequator eben so wie bey dem lineären Magneten. Für prismatische oder cylindrische Magneten gilt daher dieselbe Regel, wie für lineäre, daß die Totalwirkung vom Aequator nach den Polen zunimmt, und an letzterer Stelle doppelt so groß ist, als an erslerer, wenn der Abstand des angezogenen Theilchens vom Mittelpunkte des Magneten an beyden Stellen derselbe ist.

(Zus. zu S. 441. Th. III.) Herr Dr. Poenitz zu Dresden *) suchte durch mehrere Versuche die Frage zu beantworten: worauf beruht das Magnetischwerden des Eisens bey mechanischer Behandlung und beym Ablöschen desselben? Oefters wird das Eisen durch Hämmern, Stoßen, Bohren, Feilen u. s. f. so wie auch durch Ablöschen im Wasser magnetisch, oft ist dieß aber bey derselben mechanischen Behandlung der Fall nicht. Durch wiederholte mit aller möglichen Genauigkeit angestellte Versuche hat sich Poenitz überzeugt, daß die Abänderung, welche die Beschaffenheit des Eisens,

*) Gilbert's Annalen d. Physik. B. LXVII. S. 320 ff.

sowohl durch mechanische Behandlung, als auch beym Ablöschen erleidet, dasselbe durchaus nie magnetisch, sondern nur tüchtig macht, durch Einwirkung der magnetischen Kraft der Erde und des Himmels zu werden.

Das Reiben bewirkte er durch eine etwas schnabelförmig gebogene Zange, in welche er das Ende einer Eisennadel (gewöhnlich Haar- und Stricknadeln) etwa 2 Zoll lang faßte, indem er es der zugedrückten Zange wieder entzog. Das Schnellen wirkt am besten, wenn man eine nicht zu kurze Eisennadel an einem Ende faßt, das andere zurückdrückt, und dann losläßt; es wird verstärkt, wenn man dieses gegen einen harten Körper schnellt. Stricknadeln mittlerer Stärke sind besonders dazu geeignet. Das Ablöschen muß rasch geschehen, damit die Wirkung recht dringend sey; starke Haarnadeln eignen sich gut dazu, die beabsichtigte Wirkung zu zeigen, welche durch Wiederholung des Verfahrens stets zu erzwingen ist. Weiches Eisen wird schneller magnetisch als gehärtetes, dieses aber bleibt es länger.

Wenn eine gerad gebogene Haarnadel in der Mitte in horizontaler Richtung von O. nach W. gehalten, und beständig in dieser Richtung erst das eine und dann das andere Ende bearbeitet wurde, so zeigte sich die Nadel auch nicht im geringsten magnetisch (nur war die Wirkung, die sie als Eisen auf die Magnetnadel hatte, verstärkt worden). Eben so wenig Erfolg zeigte sich beym Schnellen und Ablöschen der Nadel, wenn solches in derselben Richtung wie vorhin geschah. Nur muß dabey die Zange während des Gebrauchs ebenfalls horizontal gehalten werden.

Wurde eine Haarnadel oder eine Stricknadel am obern Ende gehalten, und das untere einigemal geschnellt, so wurde letzteres dadurch zum Nordpol, und das obere zum Südpol. Oft aber (im Fall die Wirkung noch nicht stark genug war) war am obern Ende noch nicht Südpol, nur stärker wirkendes Eisen wahrnehmbar. Wiederholung des Verfahrens entwickelte

aber dieſen dann ſehr bald; am ſchnellſten erfolgte dieß jedoch, wenn nach dem Schnellen des untern Endes auch das obere einigemal geſchnellt wurde. Kehrt man nun, wenn beyde Pole hinreichend entwickelt ſind, die Nadel um, ſo daß der Südpol nach unten kommt, ſo blieben ſie doch wie ſie waren; ſchnellt man aber die Nadel dann wieder auf die angeführte Art, ſo werden ſich zuerſt die Enden wieder als freyes Eiſen zeigen, und nach Wiederholung des Verfahrens zu entgegengeſetzten Polen werden. Biegt man eine Stricknadel krumm, und hält ſie in der Mitte, ſo daß beyde Enden nach unten, oder beyde nach oben gekehrt ſind, und ſchnellt ſie erſt mit dem einen, dann mit dem andern Ende wiederholt an einen harten Körper, indem man ſie dabey ſtets in derſelben Richtung läßt, ſo werden im erſtern Falle die beyden Enden zu Nordpolen, im letztern zu Südpolen, und zwar nicht bloß für einen Augenblick.

Die übrigen mechaniſchen Bearbeitungen des Eiſens, ſo wie das Ablöſchen, gaben, bey Beachtung derſelben Richtung daſſelbe Reſultat. Im Fall der Eiſenſtab, welcher in horizontaler Richtung von O. nach W. bearbeitet wurde, bisweilen ſüd- oder nord-polariſirend am bearbeiteten Ende wurde, ſo rührte dieß bloß vom Halten der Zange her. Denn man konnte beliebig den Nord- und Südpol machen, wenn man abſichtlich die Zangen-Arme entweder nach unten, oder nach oben, während der Bearbeitung gerichtet hält.

Wurde eine Eiſennadel in der Richtung von S. nach N. gehalten, ſo ergaben ſich alle vorhin angeführte Reſultate, indem das von S. her ſich äußernde magnetiſirende Wirken dem vom Himmel herab, und das von N. her dem aus der Erde herauf gänzlich entſprach. So laſſen ſich auch zwey Nord- und zwey Süd-Pole an den Enden einer Nadel entwickeln, wenn man ſie in einen rechten Winkel bringt, und das eine Ende nach Norden, das andere der Erde zukehrt, oder

das eine nach S., das andere lothrecht aufwärts gerichtet, behandelt. Doch zeigt sich dabey recht auffallend, wie die N. Wirkung von der Erde herauf die von N. her an Intensität übertrifft, so wie die S. Wirkung vom Himmel herab die von S.; in den erstern Richtungen der Nadel bewirkt bisweilen ein einziger Zangenzug, was in den letztern viele kaum vermögen. Von den übrigen Arten der Bearbeitung und dem Ablöschen gilt dasselbe. Wenn auch die angeführten Richtungen nicht genau beobachtet werden, so finden doch noch diese Wirkungen, wie wohl in einem geringern Grade, noch Statt.

Nach dem H. D. Poenitz scheinen diese Versuche erstens zu erweisen, daß die magnetische Kraft, welche unter den bemerkten Bedingungen dem Eisen zu Theil wird, nicht in oder an demselben erzeugt, sondern demselben nur mitgetheilt werde, je tüchtiger es geworden ist, in diese Verbindung einzugehn und darin zu beharren. Zweytens scheinen sie ihm ein indirecter Beweis für die Meinung zu seyn, daß beym Magnetisiren des Eisens durch Elektricität die Elektricität durch gewisse Modification magnetische Kraft werde, indem dieses Magnetisiren in jeder Stellung und Lage des Eisens gelinge, und somit von dem Erd- und Himmels-Magnetismus als durchaus unabhängig erscheine. Dennoch müsse sowohl die durch Elektricität als auch die durch den Magnet dem Eisen mitgetheilte Kraft, der auf angegebene Art begünstigten Einwirkung jener weichen.

Will. Scoresby *) bestätigte alle die von Poenitz angestellten Versuche mittelst seines Magnetimeters, womit er den Eisenstab, den er zum Versuche gebrauchte, so fest machen konnte, daß er seine Lage nicht zu verändern vermochte. Scoresby's Eisenstäbe hatten alle $\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmesser. M. s. den Artikel, Magneti-

*) Edinb. Philos. Transact. Vol. IX. P. I. p 243 ff. ausgezogen von Gilbert in dessen Annalen B. LXVIII. p. 260.

meter. Scoresby fand besonders noch, daß rothglühendes Eisen mehr Magnetismus annimmt als kaltes, und bemerkt dabey, daß man bisher hiervon das Gegentheil behauptet habe.

Noch sorgfältigere Versuche, besonders mit heißem Eisen, hat Pet. Barlow *) angestellt. Da es bekannt war, daß das Eisen eine desto größere Kraft auf die Magnetnadel äußert, je weicher es ist, und in dem Verhältnisse als es härter wird, eine um so geringere, so war er begierig auszumitteln, wie nahe einander die verschiedenen Arten von Eisen und Stahl in ihren Wirkungen auf die Magnetnadel kommen würden, wenn er sie durch Erhitzen in einem Ofen vollkommen weich machte. Zu dem Ende ließ er Stangen von ganz gleicher Größe und Gestalt, welche aus Schmiedeisen, Gußeisen, Brennstahl, natürlichem Stahl und Gußstahl gemacht waren, bis zum Weißglühen erhitzen, brachte sie dann schnell in die Richtung der magnetischen Neigung, und bestimmte die Kraft, womit sie auf eine Magnetnadel wirkten. Er fand dieselbe, wie er schon vorher vermuthet hatte, in dieser hohen Temperatur bey allen sehr nahe gleich. Im Gange dieser Versuche wurde Barlow zugleich gewahr, daß zwischen dem Zustande des Weißglühens, in welchem die Stäbe alle Wirkung auf die Magnetnadel verloren hatten, und dem Zustande des Blutrothglühens, in welchem ihre Wirkung am stärksten war, ein Zustand eintrat, bey welchem Eisen und Stahl die Magnetnadel auf eine entgegengesetzte Art, als wenn sie kalt sind, anziehn. Wenn nämlich Stange und Magnetnadel eine solche Lage gegeneinander hatten, daß die kalte Stange das Nordende der Nadel nach sich zu würde abgelenkt haben, so zog sie umgekehrt das Südende derselben an, so lange der erwähnte Zwischenzustand dauerte, d. h. während das Eisen durch

*) Philos. Transact. for 1822. P. I. frey übers. von Gilbert in dessen Annalen B. LXXIII. S. 1 ff.

die Schattirungen hindurchging, welche die Arbeitsleute durch Hellroth und Rothglühen bezeichnen. Um nun die Umstände näher und genauer kennen zu lernen, unter welchen hellroth und rothglühendes Eisen auf die Magnetnadel wirkt, stellte Barlow mehrere Versuche mit verschiedenen Arten von Eisenstäben an. Er fand, daß in der Weißglühehitze alle Anziehung des Eisens auf die Magnetnadel verschwunden war, in der blutrothen Glühehitze aber lenkte es die Magnetnadel um mehrere Grade ab. Während des Ueberganges der Stange von dem Weißglühn durch das Hellroth- zum Dunkelrothglühen hing die Größe der Ablenkung der Magnetnadel, und zwar des Südendes derselben nach dem eisernen Stabe zu von der Höhe oder Tiefe des Centrums der eisernen Stange gegen die Magnetnadel ab. Da nun die natürliche Wirkung des Eisens im kalten Zustande dadurch umgekehrt ward, wenn man die Magnetnadel unter das Centrum der glühenden Eisenstange gestellt hatte; so entstand die Frage, ob dann die negative Anziehung sich nicht ebenfalls in die entgegengesetzte verwandelte? Um dieß zu entscheiden, wurde die Magnetnadel innerhalb 6 engl. Zoll Abstand von dem untersten Theile der eisernen Stange in welcher Lage das kalte Eisen das Südende der Nadel anzieht. Als nun die Stange stark erhitzt worden war, so hörte in der Weißglühehitze alle Wirkung auf die Nadel auf; kaum fing aber das Hellrothglühen an, so begann auch die negative Anziehung sich zu äußern, indem nun das Nordende der Nadel nach dem Eisen zuwärts gezogen wurde, und stieg schnell auf $10\frac{1}{2}°$. In dieser Lage blieb die Nadel eine kurze Zeit stehn, ging dann allmählig zurück zum magnetischen Meridian, und wurde zuletzt um $70\frac{1}{2}°$ auf die entgegengesetzte Seite abgelenkt.

Durch genauere Versuche ergab sich, daß die negative Anziehung von den beyden Enden der eisernen Stange ab nach ihrer Mitte zu zu wachsen schien, indeß die positive oder natürliche Anziehung des Eisens

auf die Magnetnadel von den Enden nach der Mitte zu abnimmt, in der Ebene, wo gar keine Ablenkung Statt findet, durch Null hindurch geht, und entgegengesetzte Wirkungen nach dem obern und nach dem untern Ende der Stange zu zeiget.

Die negative Anziehung ist eben so in dem obern und in dem untern Ende der Stange von entgegengesetzter Natur; da sie aber von den Enden nach der Mitte zu wächst, so scheint es sie gehe durch ein Maximum hindurch, um zu diesem Wechsel zu gelangen. Zuverlässig war es, daß die geringste Veränderung in der Lage der Magnetnadel, wenn sie sich nahe bey dem Mittelpunkte der Stange befand, zugleich die Größe und Beschaffenheit dieser negativen Wirkung änderte.

Alle diese Beobachtungen an den eisernen Stangen wurden gemacht, als sie sich in der Richtung der magnetischen Neigung, oder wenigstens sehr nahe in dieser Richtung befanden, und es ergiebt sich aus ihnen, daß die negative Anziehung da am größten war, wo die natürliche Anziehung am kleinsten ist, nämlich der Mitte der eisernen Stange gegenüber, oder in der Ebene keiner Ablenkung.

Dieß gab **Barlow'n** Veranlassung, auch einige Versuche mit eisernen Stangen in einer Lage anzustellen, welche auf die vorige rechtwinklicht war; die Resultate fielen aber keinesweges so stark ausgezeichnet aus, als in den vorhergehenden Versuchen; es wurde zwar immer eine negative Anziehung gefunden, allein sie war sehr unbeträchtlich und stieg nie über $2\frac{1}{2}°$.

Auch machte er einen Versuch mit einer 24 pfündigen eisernen Kugel, ihre Glut war aber zu groß, als daß eine genaue Beobachtung hätte Statt finden können. Die Ablenkungen, die er fand, betrugen

kalt . . . + 13°13′ beym Hellrothglühen — 3°30′
beym Weißglühen o o beym Blutrothglühen + 19°30′

Da es möglich seyn konnte, daß die Hitze selbst, unabhängig vom Eisen, die Ursache der beschriebenen

anomalen Wirkung sey, so verschaffte er sich zwey kupferne Bolzen von viel größern Dimensionen, als die eisernen Stangen hatten, und erhitzte sie bis zu dem äußersten Grade, den das Kupfer ohne zu schmelzen verträgt. Als er sie aber an die Magnetnadel brachte, ließ sich an selbiger nicht die geringste Bewegung bemerken.

Eine genügende Erklärung dieser sonderbaren Anomalien war er nicht im Stande zu geben, es schien ihm bloß wahrscheinlich, daß, weil die Eisenstange an ihren Enden schneller als gegen die Mitte zu erkältet, ein Theil der Stange eher magnetisch werde, als der andere, und dadurch eine verschiedene Art der Anziehung verursache.

Außerdem hat **Barlow** *) noch eine Reihe interessanter Versuche angestellt, welche ihn auf mehrere neue Resultate führten. Die Veranlassung zu diesen Versuchen scheint ihm die vom Kapitän **Flinders** im Jahre 1804 zuerst bemerkte Abweichung, welche die großen Eisenmassen am Bord eines Schiffes in dem Compasse hervorbringen, und wodurch der Seefahrer in bedeutende Irrthümer versetzt werden kann, gegeben zu haben. Bey seinen ersten Versuchen stellte er einen Compaß in den Mittelpunkt eines Kreises, in dessen Peripherie eine eiserne bald größere, bald kleinere Kugel gesetzt, und allmählig in derselben herumgeführt wurde, wobey er den Einfluß in den verschiedenen Lagen der Kugel beobachtete, welchen die Magnetnadel auf sie äußerte. Diese Versuche führten ihn auf die Entdeckung, daß es in jeder eisernen Kugel zwey große Kreise giebt, welche die Eigenschaft besitzen, daß, wenn man eine Declinations-Nadel mit ihrem Mittelpunkte in die Ebenen dieser Kreise bringt, die Kugel gar keinen Einfluß auf die Nadel äußert. Die erste dieser Ebene ist die des magnetischen Meridians, die zweyte steht

*) Gilbert's Annalen. B. LXXIII. S. 15. ff.

senkrecht auf der Richtung der Neigungsnadel, und die letzte nennt Barlow die Ebene keiner Anziehung.

Mittelst eines vortrefflichen Abweichungs- und eines Neigungscompasses fand er zu Woolwich, am 13ten Juli 1819, daß die Ebene keiner Anziehung gegen den Horizont unter einem Winkel von 19°24′ geneigt war, die magnetische Neigung aber 70°30′ bis 45′ betrug. Daraus erhellte offenbar, daß die Neigung der Ebene keiner Abweichung das Complement der magnetischen Neigung ist, und daß mithin diese Ebene auf der Richtung der Neigungsnadel senkrecht steht.

Auch war es ihm darum zu thun, mit Kugeln von verschiedenen Durchmessern bey einerley Entfernung von der Nadel zu untersuchen, nach welchem Gesetze die Ablenkung der Nadel sich mit der Masse der Kugeln verändert. Hiebey begnügte er sich nun nicht, bloß massive Kugeln zu wählen, sondern stellte auch einen Versuch mit einer bloßen Kugelschale von Eisen von 10 Zoll Durchmesser an, und entdeckte dadurch die wichtige Thatsache, daß die anziehende Kraft des Magnetismus ganz und gar ihren Sitz an der Oberfläche hat, und von der Masse ganz unabhängig ist. Die Tangenten der Ablenkung sind den Würfeln der Durchmesser proportional, die Kugeln mochten massiv, oder nur Kugelschalen seyn. Späterhin fand er doch bestimmter, wenn dieß Gesetz Statt finden sollte, daß die Metalldicke der Kugelhülle über $\frac{1}{20}$ Zoll betragen müsse, wenn die magnetische Flüssigkeit sich kräftig entwickeln, und das Maximum ihrer Wirkung erreichen soll.

Endlich suchte Barlow noch durch Versuche zu bestimmen, ob diese Gesetze ebenfalls für unregelmäßige Eisenmassen gelten. Er wählte hierzu einen eisernen 24 Pfündner, der auf einer Lafette und Platform aufgestellt war, so daß man in der Peripherie eines ganzen Kreises in der Queer hindurch konnte, da die Lafettenräder am Boden über einen Kreis von $10\frac{1}{2}$ Fuß Durchmesser liefen. Die Reihe von Versuchen, welche er

mit dieſer Kanone angeſtellt hat, ſtimmen in ihren Reſultaten in allem Weſentlichen mit den vorigen überein, und zeigen, daß dieſelben Geſetze, welche bey eiſernen Kugeln aufgefunden worden, auch für unregelmäßige Eiſenmaſſen gelten.

Baden Powell *) hat auf Veranlaſſung der Verſuche mit Eiſen von Scoresby ähnliche Verſuche angeſtellt, wobey er zugleich die Stärke des Magnetismus, welchen es hiebey nach Verſchiedenheit der Neigung annimmt, zu beſtimmen ſuchte. Er glaubt dieſen Verſuchen zu Folge auf ein einfaches Geſetz geführt zu ſeyn, nach welchem ſich die Stärke des mitgetheilten Magnetismus verändere zugleich mit der Neigung eines Eiſenſtabes gegen den magnetiſchen Aequator. Es wurden nämlich Stücke von unmagnetiſchem Eiſendraht auf einem Apparate, der in der Ebene des magnetiſchen Meridians feſt ſtand, unter verſchiedenen von 10 zu 10 Grad wachſenden Neigungen gegen den magnetiſchen Aequator (wobey er nach Barlow's Beſtimmung die magnetiſche Neigung zu 70° 30′ annahm) mit ihrem einen Ende ſtark befeſtigt, und dann am andern Ende gedreht oder gewunden, jeder um eine gleiche Zahl von Wendungen, doch ſo, daß ſie ihre geradlinige Geſtalt und ihre Neigung unter dem beſtimmten Winkel behielten. Die Stärke der magnetiſchen Kraft, welche ſie hierdurch erhielten, wurde durch die Größe beſtimmt, um welche ſie eine leichte Magnetnadel ablenken, gegen deren Pol jeder Stab ſorgfältig in dieſelbe Lage und in einerley Abſtand von demſelben gebracht wurde. Powell theilt das Mittel aus mehreren Reihen ſolcher Verſuche mit, welche er für die zuverläſſigſten hielt. In der folgenden Tafel findet man unter N die Neigung des eiſernen Stabes gegen den magnetiſchen Aequator, und unter A die durch ihn bewirkte Ablenkung der Nadel aus dem magnetiſchen Meridian. Da dieſe Ablenkun-

*) Gilbert's Annalen. B. LXXIII. S. 245. ff.

gen nicht den Neigungen proportional abnahmen, so verglich er unter andern die Tangenten der Ablenkungen und die Sinusse der Neigungen mit einander, und es zeigte sich, daß sie einander proportional waren: Zur Erleichterung dieser Vergleichung hatte er für die Magnetnadel durch Probiren, Lage und Abstand so eingerichtet, daß, als der Stab sich in der Richtung der magnetischen Neigung befand, mithin N = 90° und sin. N = 1 war, die Ablenkung genau 26° 34′ betrug, da tang. 26° 34′ = 0,5 ist. Die weitern zusammengehörigen Werthe von sin. N und tang. A, wie sie die Beobachtung gegeben hat, stehen in der dritten und vierten Spalte der Tafel. Man sieht, daß auch für sie sehr nahe durchgehends tang. A = ½ sin. A ist, wie die zu der Hälfte der Sinusse als Tangenten gehörenden Winkel in der fünften Spalte zeigen.

N	A beobachtet	sin. N.	tang. A	A berechnet
90°	26° 34′	1,0000000	0,5000352	26° 34′
80	26 10	0,9848078	0,4913386	26 13
70	25 10	0,9396926	0,4698539	25 10
60	23 15	0,8660294	0,4296339	23 25
50	21 10	0,7660444	0,3872058	20 58
40	17 50	0,6427876	0,3217067	17 49
30	14 15	0,5000000	0,2539676	14 2
20	10 30	0,3420201	0,1853390	9 43
10	3 50	0,1736482	0,0670043	4 58
0	0	0	0	0

Die nach dieser Voraussetzung berechneten Größen der Ablenkung weichen von den beobachteten nicht um mehr ab, als was sich den unvermeidlichen Fehlern im Versuche und in der Beobachtung zuschreiben läßt.

Auch Christie hat einige Versuche nach Barlow's Art über die Einwirkung einer eisernen Kugel auf den Magnet angestellt, wovon das Wesentlichste Gilbert *) in einer freyen Bearbeitung mitgetheilt hat.

*) Gilbert's Annalen. B. LXXIII. S. 42 ff.

Hansteen *) hat auf eine sehr sinnreiche Art entdeckt, daß nicht allein, wie man bisher beobachtet hat, in vertikaler Lage sich befindliche Eisenstangen Polarisation besitzen, sondern daß auch jeder Körper, welcher er auch sey, vertikal aufgerichtet, oben einen Nord- und unten einen Südpol hat. Bey einigen Untersuchungen über die Schwingungszeiten der Magnetnadel auf dem Observatorium zu Copenhagen, dem sogenannten runden Thurm, fand er, daß die Schwingungszeiten auf dem Gipfel und an der Basis verschieden waren, woraus er schloß, daß irgend eine Polarität in diesem cylindrischen Gebäude die Ursache davon seyn könnte. Dieses gab zu einer Reihe von Versuchen Veranlassung, aus welchen sich das Resultat ergab, daß ein jeder auf der Erdoberfläche vertical stehender Gegenstand, er mag nun aus was immer für einer Materie bestehen, z. E. eine Mauer, ein Pfeiler, eine Säule, ein Baum, ein Pfahl u. dgl. einen magnetischen Nordpol nach abwärts, und einen magnetischen Südpol nach aufwärts hat. Hansteen beweiset dieß daraus, daß die Magnetnadel nördlich von dem untern Ende in einer gegebenen Zeit mehr Schwingungen macht, als bey gleichem Abstande südlich von demselben, weil im dem ersten Fall der Südpol der Nadel von dem Nordpol des untersuchten Gegenstandes angezogen wird, während dagegen in dem letztern der gegen den Nordpol des Gegenstandes zugekehrte Nordpol der Nadel davon abgestoßen, und der Einfluß der Polarität der Erde vermindert wird. Wird dagegen das obere Ende des Gegenstandes untersucht, so findet man, ganz aus denselben Gründen, daß die Nadel in umgekehrter Ordnung nördlich von demselben langsamer schwingt, als bey gleichem Abstande südlich von demselben. Diese Einwirkung muß nothwendig ihren Einfluß auf eine bedeutende Art auf die Richtung der Mag-

*) Schweigger's Journal für Chemie und Physik. B. XXXII. S. 154 ff.

netnadel am Bord der Schiffe ausüben. Jede Holzmasse eines Schiffs hat auf diese Weise eine magnetische Axe, und die Veränderungen, welche man bey den Boussolen beobachtet hat, müssen mehr diesem Einflusse als dem des Eisens der Kanonen und des Ballastes, welchen die Schiffe enthalten, beygelegt werden. Hieraus folgt also offenbar, daß alle Beobachtungen über die magnetischen Intensitäten, die in Häusern sind aufgestellt worden, nicht sicher sind, und daß man darauf nicht bauen kann u. s. w.

Die beyden Professoren zu Christiania, Herren Maschmann und Hansteen, haben sogar eine chemische Einwirkung der magnetischen Kraft wahrgenommen *): Maschmann hatte nämlich in eine heberförmige Röhre von $\frac{1}{4}$ Zoll Durchmesser, wovon jeder Schenkel etwa 4 Zoll lang war, so viel reines Queckſilber gefüllt, daß gerade damit der unterste Theil derselben bedeckt wurde, ohne die Krümmung ganz anzufüllen und die Communication der beyden Schenkel zu sperren. Auf dieß Queckſilber goß er eine mäßig starke Auflösung von reinem Silber in Salpetersäure, und setzte die heberförmige Röhre mit ihrem Gestelle auf einen Tisch nahe an das Fenster; und dabey geschah es ganz zufällig, daß die beyden Schenkel der Röhre sich in dem magnetischen Meridian befanden. Nach einer kurzen Zeit fing das Queckſilber an sich mit seinem gewöhnlichen Glanze auszuscheiden, wobey Maschmann bemerkte, daß es sich in besonderer Menge in dem nach Norden gekehrten Schenkel anhäufte. In dem andern Schenkel zeigte es sich von matterm Glanze, und war mit dem erzeugten Queckſilbersalze gemischt. Er schloß sogleich hieraus, daß diese besondere Erscheinung der Einwirkung des Erd-Magnetismus zuzuschreiben sey.

Um diese letzte Meinung noch mehr und sicherer zu bestätigen, entschlossen sich beyde, Maschmann und

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXX. S. 254 ff.

Hansteen absichtlich solche und mehrere Versuche anzustellen. Sie fanden jederzeit, daß, wenn Silber aus seiner Auflösung in heberförmigen Röhren durch Quecksilber reducirt wird, welche mit beyden Schenkeln in den magnetischen Meridian gestellt werden, das Silber immer vollkommener und in größern Krystallen im nördlichen Schenkel sich reducirt, als im südlichen, woselbst es zugleich mit Queckſilbersalz, welches sich absetzt, sich vermengt. Wurde die Röhre nach Ost und West gesetzt, so erfolgte die Reduction weit langsamer, und das reducirte stand in beyden Schenkeln gleich hoch; ja es schien noch Tags darauf eine Reduction zu erwarten zu seyn. Wurde nun diese Röhre auf einen andern Tisch gebracht, und unter ihren einen Schenkel ein künstlicher Magnet mit seinem Südpole gelegt, so sahe man einen halben Tag darauf deutlich, wie sich das Silber nach der Richtung des Magneten hingezogen hatte, und hier höher stand, als in dem entgegengesetzten Schenkel.

Um dem Silber bey seiner Ausscheidung einen noch freyern Lauf zu gestatten, wurde auf kleine Glasscheiben ein Kreis mit Talg gezeichnet, in denselben Silberauflösung gegossen, und in dessen Mitte ein rundes abgedrechseltes Stück Zink gestellt. Kaum berührte die Silberauflösung den Zink, als das Silber sich kreisförmig auszuscheiden anfing, und zwar dergestalt, daß der Kreis nach Norden zu mehr zunahm, als nach den übrigen Weltgegenden.

Als einige Gläser mit künstlichen Magneten in einer Entfernung von zwey Zoll begrenzt wurden, einige aber ohne Magneten waren, so war es hierbey sehr auffallend, wie das dem Südpole der Magneten genäherte Glas, sein Silber weit schneller nach diesem hinschob, als das Glas ohne Magneten; und außerdem bedurfte das erstere zur Ausscheidung des Silbers nur den vierten Theil der Zeit, als das letztere.

Aehnliche Versuche, wiewohl weniger zuverlässige, wurden auch in England von Murray angestellt. Dieser fand, daß, wenn in einer schwachen Silberauflösung ein nicht magnetischer Eisendraht gebracht wurde, kein Silber sich reducirte; wurde aber ein Magnet in die Nähe gebracht, so fing die Reduction sogleich an. Magnetisirter Stahl bewirkte schnelle Reduction, selbst wenn er mit Firniß überzogen war; aber in Murray's Versuchen setzte sich das Reducirte meist am Nordpol des Magnetes ab, der Erfahrung von Maschmann und Hansteen gerade entgegen. Uebrigens wurde der Erfahrung Murray's auch von andern widersprochen.

Durch die von Herschel angestellten bekannten Versuche über das Sonnenlicht kam Domin. Morichini *) im Jahre 1812 auf den Gedanken, das Sonnenlicht auch auf den Magnetismus zu prüfen. Zu diesem Ende ließ er sich mehrere stählerne Nadeln mit gläsernen Hüthchen verfertigen, die sich mit außerordentlicher Leichtigkeit auf Spitzen bewegten. Wurde nun eine solche Nadel auf einem hölzernen Linial in die äußerste Grenze der violetten Strahlen des Sonnenspectrums gebracht, so näherte sie sich nach einer Zeit dem wahren Meridian, kam in selbigem, und bey Verlängerung des Versuchs kam sie endlich in den wahren magnetischen Meridian, und gerirte sich als eine wirklich magnetisirte Magnetnadel. Diese magnetische Polarisation erhielt eine solche Stahlnadel in weit kürzerer Zeit und weit constanter, wenn das durch biconvexe Gläser und durch Hohlspiegel concentrirte Bild des violetten Lichtes nach Art der gewöhnlichen Streichmethode auf dieselbe von der Mitte nach dem Nordende, und eben so nach dem Südende hin langsam bewegt wurde. Die zu dieser Magnetisirung nöthige Zeit betrug beym längsten Versuche zwey Stunden, beym kürzesten eine halbe

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XLIII. S. 218. aus der Biblioth. Britann. B. LII. ausgezogen von H. Prof. Horner.

Stunde. Es schien dieser Unterschied gänzlich von dem Zustande der Atmosphäre abzuhängen: eine weniger durchsichtige Luft oder ein leicht bewölkter Himmel schwächte und zerstörte zuweilen den magnetischen Einfluß der Sonnenstrahlen. Eben so hinderlich schienen Feuchtigkeit und südliche Winde zu seyn, indeß frisches und heiteres Wetter vom merklich günstigen Einflusse war. Uebrigens ist Morichini der Meinung, daß die magnetisirende Kraft nicht in dem violetten Lichte selbst, sondern in unsichtbaren Strahlen außerhalb desselben zu suchen sey, und unterstützt diese Vermuthung mit den beyden Bemerkungen, 1. daß keiner der übrigen Strahlen des Farbenspectrums die Fähigkeit Stahl magnetisch zu machen, in merkbarem Grade geäußert habe, und 2. daß diese Wirkung hauptsächlich am äußern Rande des violetten Strahles am stärksten sey.

Diese Versuche Morichini's wurden an mehreren Orten wiederholt mit meistens negativen Resultaten, und man hatte bereits diese vermeinte Entdeckung als eine übereilte betrachtet, als Plaifair, Prof. der Physik in Edinburg, in Italien Augenzeuge eines gelungenen Versuches war, dessen Richtigkeit er bezeugte, wodurch dann wieder die Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand ist gelenkt worden, wozu, wenn er gelingen soll, als nothwendige Bedingungen, ein wolkenfreyer Himmel und eine so wenig als möglich Feuchtigkeit enthaltende Atmosphäre, vorausgesetzt werden.

(Zus. zu S. 444. Th. III.). Der Engländer Gowin Knight kannte eine Methode, künstlichen Magneten einen hohen Grad von magnetischer Polarität mit einer gewissen Leichtigkeit zu ertheilen. Seine magnetischen Magazine übertrafen in dieser Hinsicht alles, was man vor und nach ihm von dieser Art gesehen hatte; er hielt aber sein Verfahren geheim, und nahm es mit sich ins Grab. In den neuesten Zeiten hat Hr. Steinhäuser *) eine Methode zur Verstärkung der magneti-

*) Schweigger's Journ. für Chem. u. Phys. B. XXXIII. S. 35.

schen Kraft angegeben, von welcher er glaubt, daß sie entweder die von Knight selbst, oder doch eine gleich gute sey. Diese Methode besteht darin, daß man sich zuerst auf die bekannten Arten ein magnetisches Magazin verschafft, dann den Stahl, welcher magnetisirt werden soll, mit den Stellen, welche seine Pole werden sollen, an die Pole des Magazins anlegt, oder, im Fall der Stahl gerade ist, sich zweyer bedient, deren eines Ende mit einem Queereisen verbunden ist. Wenn nun die Verbindung mit dem Magazin bewirkt worden, streicht man den Stahl mit einem andern Magnete, wobey es gleichgültig ist, wie man die Pole des streichenden Magnets stellt; denn dieser bringt nur die magnetischen Kräfte des Stahls in Bewegung, während der stärkere Magnet sie ordnet und bindet. Bevor die Magnete getrennt werden, müssen sowohl die Pole des Magazins als die des gestrichenen Magnetstahls mit einem Anker verbunden werden, weil sonst beyde bedeutend an magnetischer Kraft verlieren würden. Es ist eine bekannte Thatsache, daß wenn ein starker Magnet mit vermehrtem Gewicht so lange belastet wird, bis der Anker abfällt, er nachher, wenn man den Anker wieder ansetzt, bey weitem nicht mehr das Gewicht tragen kann, welches er zuvor trug.

(Zus. zu S. 655. Th. VI.). Zur Erklärung der magnetischen Erscheinungen ist wohl unter allen bisher angenommenen Hypothesen diejenige die wahrscheinlichste, daß unsere Erde selbst ein großer Magnet ist, wodurch alle übrige Körper in den durch Erfahrungen gehörigen Lagen magnetische Polarität erhalten. Ob aber diese magnetische Wirkung der Erde durch die Kraft zweyer magnetischer Materien oder nur einer einzigen erfolge, ist bis jetzt noch nicht ausgemacht. Nach Coulomb besitzt die Erde zwey magnetische Pole, den einen in hoher nördlicher, den andern in hoher südlicher Breite; sie ertheilt, einige Unregelmäßigkeiten abgerechnet, allen frey beweglichen Magnetnadeln einerley Richtung, in

welcher sie sich, jede in irgend einer Ebene, die durch diese Pole geht, in Ruhe befinden; auch kommt ihr, wie überhaupt allen andern Magneten, das Vermögen zu, ihre eigene magnetische Eigenschaft jeder Eisenmasse, die in ihrer Nähe ist, mitzutheilen, so daß sich in eisernen Stäben oder in eisernen Kugeln, welche nahe bey der Erde sind, an der untern Hälfte ein Südpol, an der obern ein Nordpol findet. In diesem letztern Falle muß daher das untere Ende des Stabes oder der Kugel das Nordende einer Nadel abstoßen, das obere Ende aber anziehen u. s. f.

Barlow führt an, daß er zur Prüfung dieser Hypothese des Herrn Coulomb's mancherley Versuche angestellt habe, woraus er verschiedene Resultate erhalten, welche, wie es ihm schien, mit derselben schwer zu vereinigen wären. Unter diesen führt er besonders folgenden an: Wenn man einen Stab weichen Eisens in der Richtung der magnetischen Neigung hält, so nimmt man an selbigem sogleich die magnetischen Wirkungen wahr. Barlow bemerkt aber dabey, daß Biot ausdrücklich voraussetze: wenn diese Wirkung erfolgen solle, so müsse man eine Stange weiches Eisen und nicht hartes Eisen oder Stahl nehmen. Er habe aber zu seinem Versuche eine Stange Stahl von 3 Fuß Länge ½ Zoll Breite und ¼ Zoll Dicke, so hart genommen, als nur Feuer und Wasser es vermögen. Diese Stange harten Stahls veränderte ihre Pole mit ihrer Lage mit derselben Leichtigkeit und Schnelligkeit, als das weichste Eisen. Da dieß nun ohne Widerrede so sey, warum verlange man denn, daß man weiches Eisen und nicht hartes Eisen oder Stahl nehme, wenn dieß nicht erfolge, um eine Blöße in der Theorie zu verstecken, der er auf keine Art leicht abzuhelfen wüßte. Daß dieß ein wichtiger Einwurf gegen die Coulomb'sche Theorie sey, belegt Barlow noch mit folgenden Bemerkungen des Dr. Robison, in dem Supplemente zur Encyclop. Britannica, Artikel, Magnetismus: es ist wichtig, sich zu erinnern,

daß die Abnahme des Magnetismus allmählig vor sich geht, und daß dieses in dem Verhältnisse sichtlicher wird, je stärker der Stahl gehärtet ist. Hält man einen Magnet an das eine Ende einer Stange gemeines Eisens, so nimmt das andere Ende (wenn sie nicht ausnehmend lang ist) den höchsten Grad von Magnetismus unmittelbar an; wenn man aber an das eine Ende einer Stange harten Stahls den Nordpol eines Magneten anhält, so wird zwar der berührte Theil sogleich ein Südpol, in dem entfernten Ende aber äußert sich gar keine Wirkung. In einiger Entfernung vom berührten Punkte entsteht ein Nordpol und weiter hin ein schwacher Südpol; diese schreiten allmählig längs der Stange fort, das hintere Ende wird zuerst ein Südpol, und erst geraume Zeit darauf ein einfacher kräftiger Nordpol; meistentheils selbst bleibt dieses Ende nur ein zerstreueter und schwacher Nordpol; und wenn die Stange sehr lang ist, findet sich in ihr öfters eine Folge von abwechselnden Nord- und Süd-Polen. Barlow fragt nun, wie ist mit dieser schwierigen Fortpflanzung des Magnetismus durch eine Stange harten Stahls die augenblickliche Veränderung ihres Magnetismus bloß durch Verkehrung ihrer Lage zu vereinigen? Auf jeden Fall müsse man wenigstens zugeben, daß Biot's Anweisung, man sollte weiches Eisen nehmen, unnütz und schlechter als überflüssig sey, weil sie eine Verschiedenheit voraussetze, die nicht Statt finde.

Wenn die Erde ein großer Magnet wäre, und gleich den andern Magneten zwey stark anziehende Pole hätte, so müßte sich eine große Zunahme in der Stärke der magnetischen Kraft zeigen, wenn wir uns diesen Polen näherten; dabey hätten aber Reisende bisher nur unbedeutende Veränderung in der Stärke des Magnetismus gefunden. Dieses allein schon würde beweisen, daß die Pole eines Erdmagnetes in unermeßlicher Tiefe unter der Oberfläche der Erde seyn müßten; in der That setze sie Biot in den Mittelpunkt der Erde unendlich

nahe bey einander, weil sich nur dann so etwas wie ein Zusammenstimmen der Beobachtungen mit seinen Formeln finde. Beweise diese seine Berechnung etwas, so sey es, daß die Hypothese, die Erde habe in ihrem Innern zwey magnetische Pole, gänzlich unrichtig sey; denn wie sey es möglich, sich einen unendlich kleinen Magneten zu denken, dessen Nord- und dessen Südpol in dem Mittelpunkte der Erde beysammen liegen, und doch bey 860 deutschen Meilen Abstand Körper in bestimmten Richtungen drehen sollen. Uebrigens giebt Barlow noch folgende Fragen an, welche wenigstens nach Coulomb's Hypothese mit Schwierigkeit beantwortet werden könnten.

1. Die Unordnung oder Schwankung, in welche die Magnetnadel während des Blitzes, während des Nordlichtes und während anderer meteorischer Erscheinungen versetzt wird.

2. Wie ferner die Polarität, welche Stangen weichen Eisens in gewissen Lagen annehmen und so lange sie in ihnen bleiben behalten? Eine Frage, die auch so gestellt werden könne. Wenn gewisse Eisenstangen bleibend magnetisch werden dadurch, daß sie mit dem Erdmagnet in Berührung sind, warum ist dieß nicht mit allen Stangen weichen Eisens der Fall? Daß gewöhnliches Eisen mit einem sehr mächtigen Magneten lange in unmittelbarer Berührung seyn könne, ohne selbst magnetisch zu werden, davon führt Barlow ein merkwürdiges Beyspiel an.

3. Wie haben wir die von Morachini entdeckte magnetisirende Wirkung der violetten Sonnenstrahlen zu erklären.

4. Wie läßt sich mit Coulomb's Hypothese die kürzlich vom Oberst Gibbs bekannt gemachte merkwürdige Thatsache vereinigen, daß in dem Eisenbergwerk zu Succasunny das Eisenerz in dem obern Theile magnetisch, das von der Sohle aber anfangs ohne Magnetismus ist, und ihn erst dann annimmt, wenn

es eine gewisse Zeitlang dem Ausflusse der Atmosphäre ausgesetzet war?

5. Dalton hat nachgewiesen, daß es in der Atmosphäre Säulen magnetischer Materie giebt, welche die Richtung der Neigungsnadel hat, und, wie er glaubt, vom Erdmagnetismus geregelt werden; sollten wir nicht vielmehr nach den aufgestellten Ideen des Herrn Christie annehmen dürfen, daß sie das große richtende Wirkungsmittel sind, und die magnetischen Erscheinungen hervorbringen, welche man bisher dem Erdmagnetismus zugeschrieben hat, anstatt von demselben geregelt zu werden?

Herr Christie nimmt die Hypothese an, daß sich in den Magneten magnetische Säulen oder Ströme bewegen, wodurch die horizontale Lage derselben bestimmt werde; das Eisen wird, nach ihm, durch den Erdmagnetismus und dessen Ströme, die in demselben parallele Ströme hervorbringen, magnetisirt, und diese wirken auf die der Nadel, bey einerley Abstand in schiefen Richtungen schwächer als in parallelen.

Herr Prechtl *) stellt eine andere Theorie des Magneten auf, bey welcher er folgende Erfahrungen als bekannt voraussetzet:

1. Man lege eine Anzahl Stahlstangen, z. B. 8, jede etwa 2 bis 3 Zoll lang der Länge nach an einander. Diese Stahlstäbe seyen sämmtlich von gleichen Dimensionen, die eine also so lang, breit und dick, wie die andere, und alle aus demselben Stücke Stahl verfertigt und so viel möglich auf einerley Härte gebracht, so daß alle dieselbe Anlauffarbe haben. Darauf magnetisire man diese Reihe von Stahlstangen durch den einfachen Strich oder durch den Doppelstrich bis zur Sättigung.

Dieses System stellt nun einen einzigen Magneten vor: die eine Hälfte zeigt sich Süd, die andere Nord: in der Mitte ist Indifferenz. An beyden Polen befin-

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXVIII. S. 187. f.

det sich das Maximum der Intensität, und sie nimmt gegen die Mitte zu ab. Die Enden der einzelnen Stahlstücke, welche den Polen, mit welchen sie sich wechselseitig berühren, zunächst liegen, äußern zwar ihre respective Wirkung auf eine in ihre Nähe gebrachte Magnetnadel; aber die Gesammtwirkung, welche die Nadel afficirt, ist auf der einen Seite südlich, auf der andern nördlich, und in der Mitte hält sich die Nadel parallel mit der Axe dieses zusammengesetzten Magneten. Uebrigens erhellet für sich, daß wenn die einzelnen Magnetstücke als sehr kurz angenommen werden, der Zustand derselbe sey, wie der eines einzigen aus einem Stücke bestehenden Magneten.

2. Man versehe jede einzelne der 8 Magnetstangen in der Nähe des einen Poles mit einem kleinen Loche, damit man ein eisernes Häkchen darein hängen könne, welches sich an einer Schnur befindet, die über eine Rolle läuft. Die Schnur trägt unten eine Wagschale, um Gewichte einzulegen. Man befestige nun die Schnur an das erste Stück des auf einem Tische liegenden zusammengesetzten Magneten, und lege so lange Gewichte in die Schale, bis dieses erste Stück von dem folgenden losreißt. Man füge dieses Stück sogleich wieder an, verbinde die Schnur mit dem zweyten Stücke, und untersuche, mit welchem Gewichte dieses losgerissen wird. Auch dieses füge man sogleich wieder an, verbinde dann die Schnur mit dem dritten Stücke u. s. f.

Auf diese Art wird man finden, daß wenn das erste Stück mit einem Gewichte von $\frac{1}{2}$ Pfund abriß, das zweyte (bey bleibendem ersten) mit einem Gewichte von 1 Pfund, das dritte (bey bleibendem ersten und zweyten) mit einem Gewichte von $1\frac{1}{2}$ Pfund, das vierte (nach Wiederanfügen des Abgerissenen) mit einem Gewichte von 1 Pfund, das fünfte von $1\frac{1}{2}$ Pfund, das sechste von 1 Pfund, das siebente endlich mit einem Gewichte von $\frac{1}{2}$ Pfund abgerissen wird.

3. Man muß bey diesen Versuchen darauf sehen, daß das abgerissene Stück möglichst schnell wieder demjenigen, mit welchem es in Verbindung war, angesetzt, oder auch, daß es nicht völlig abgerissen werde, da zu dieser letzten Wirkung nur sehr wenig Kraft erfordert wird. Man ändert sonst die Integrität des magnetischen Systems, indem dann dieses System nicht mehr einen einzigen Magneten, sondern zwey sich mit den Polen berührende vorstellt. Im Gegenfalle ist es sicherer, das System neuerdings bis zur Sättigung zu magnetisiren, indem die magnetische Intensität dabey stets dieselbe bleibt.

Werden die magnetisirten Stahlstangen auseinander genommen, und dann wieder, wie vorher, zusammengesetzt; so ist dieses System kein Magnet mehr, wie zuvor, sondern alle einzelnen Stangen zeigen ihre Polaritäten in gleicher Stärke. Bey der Trennung von dem magnetischen Systeme nehmen die einzelnen Stücke denjenigen Magnetismus an, der ihnen für sich zukommt, wenn sie bis zur Sättigung magnetisirt sind.

4. Hieraus ergiebt sich nach Herrn Prechtl folgende einfache Theorie des Magneten mit Polarität an beyden Enden.

Das Magnetisiren läßt sich, so wie das Elektrisiren, auf die gleichzeitige Einwirkung zweyer entgegengesetzten Pole auf die Enden des polarisirbaren Körpers zurückführen. Denn magnetisirt man z. B. eine Stahlstange dadurch, daß man den Nordpol eines Magneten auf das eine Ende A desselben aufsetzt, ihn nach der Länge auf der Stange fortführt, und am andern Ende B abhebt, so geht folgendes vor: das Ende A erhält, so lange es von dem Nordpole berührt wird, Süd; rückt dieser Pol weiter, z. B. um einen Zoll, so erhält nun diese Stelle Süd und das Ende A Nord u. s. w. so daß es dasselbe ist, als wenn ein Südpol von gehöriger Stärke gegen das Ende A, und ein Nordpol gegen das Ende B wirkte. Dasselbe ist auch bey dem

Elektrisiren durch Reibung der Fall, indem hier der elektrisch positive Körper auf dieselbe Art in den Berührungsstellen des geriebenen Körpers die negative Elektricität, oder umgekehrt der negative Körper die positive Elektricität erregt.

Die Magnetisirung einer Stahlstange bis zur Sättigung kann nur dann erfolgen, wenn die magnetischen Pole, welche auf die beyden Enden derselben wirken, von solcher Intensität sind, daß ihre Wirkung durch die Länge der Stahlstange hindurch sich erstreckt, oder wenigstens nicht eher als an dem äußersten entgegengesetzten Ende verschwindet. In diesem Falle erhalten die Endpole diejenige Intensität, deren sie nach den Dimensionen der Stahlstange und ihrer innern Natur fähig sind.

5. Es mögen nun, um das oben erwähnte System der acht Stahlstangen, oder auch eine einzige Stahlstange, die man sich in acht Zoll getheilt denke, bis zur Sättigung zu magnetisiren, entgegengesetzte Pole von der gehörigen Stärke auf die beyden Enden wirken. Jeder einzelne Pol pflanzt seine Wirkung durch die Stahlstange im verkehrten einfachen Verhältnisse der Entfernung fort; so nach wird in den Queerschnitten des Magnets, oder dem Berührungspunkte der relativen Pole der acht Stahlstücke auszudrücken seyn

$$-M\left\{\begin{array}{c} \text{die Wirkung von } -M \\ \begin{array}{cccccccccc} a & b & c & d & e & f & g & h & i \\ +8 & 7 & 6 & 5 & 4 & 3 & 2 & 1 & 0 \end{array} \\ \text{die Wirkung von } +M \\ \begin{array}{cccccccccc} -0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 \end{array} \end{array}\right\}+M$$

Folglich ist der magnetische Zustand des obigen Systems bey der Magnetisirung bis zur Sättigung folgender:

$$+8\overset{a}{(}+7\overset{b}{-}1),\ (+6\overset{c}{-}2),\ (+5\overset{d}{-}3),\ (+4\overset{e}{-}4),\ (+3\overset{f}{-}5),\ (+2\overset{g}{-}6),\ (+1\overset{h}{-}7)\overset{i}{)}-8$$

6. Nur diejenigen Elektricicitäten oder Magnetismen, welche nicht durch entgegengesetzte von gleicher Stärke gebunden sind, können nach außen, auf das Elektrometer oder Magnetometer, eine Wirkung ausüben, weil diese Wirkung nur durch das Hervorbringen der entge-

gengesetzten Pole erfolgt, dieses aber nur durch solche Pole entstehen kann, welche nicht bereits durch gleiche entgegengesetzte gebunden, sondern gleichsam frey sind.

Diejenigen Elektricitäten oder Magnetismen hingegen, welche an einander gebunden und in Ruhe sind, üben an der Stelle, wo diese wechselseitige Bindung Statt findet, keine Wirkung nach außen aus, sondern ihre Wirkung erscheint in jener Stelle als Zusammenhang. So ist z. B. bey zwey elektrisch geladenen Glasplatten, welche mit den entgegengesetzt elektrisirten Platten auf einander gelegt werden, die elektrometrische Wirkung dieser Flächen aufgehoben: die sich bindenden entgegengesetzten Elektricitäten bewirken aber den Zusammenhang der Platten, welcher der Intensität jener Elektricitäten proportional ist.

Sondert man aber in dem vorigen Ladungsschema die freyen Magnetismen oder Elektricitäten von denjenigen, welche durch einander gebunden sind, so erhält es folgende Form:

a	b	c	d	e	f	g	h	i
+8,	+6	, +4	, +2	, o	, −2	, −4	, −6	, −8
o	(+1−1)	(+2−2)	(+3−3)	(+4−4)	(+3−3)	(+2−2)	(+1−1)	o

die eingeklammerten Größen bezeichnen die Elektricitäten, welche in ihrer wechselseitigen Bindung die Größe des Zusammenhanges bewirken.

7. Für das obige magnetisirte System ist also die Wirkung nach außen oder auf einen Magneten folgende:

a	b	c	d	e	f	g	h	i
+8	+6	+4	+2	o	−2	−4	−6	−8

Die Stärke des Zusammenhanges in den genannten Stellen ist der Stärke der Elektricitäten, welche an einander im Stande der Ruhe sind, proportional; sie ist daher folgende:

a	b	c	d	e	f	g	h	i
o	1	2	3	4	3	2	1	o

8. Es ergiebt sich also hier dasselbe Resultat, wie es durch die Erfahrung gefunden wird. Der Zusammenhang der einzelnen Queerschnitte nimmt von der Mitte

gegen die Pole hin im einfachen Verhältnisse der Entfernung von der Mitte ab, und ist in der Mitte am größten. Ein Magnet hat daher eine stärkere Cohäsion seiner Theile nach der Mitte, und eine schwächere nach den Polen zu. Wahrscheinlich steht dieser Zustand mit dem Erfolge der bleibenden Magnetisirung einer Stahlstange durch Hammerschläge, Erschütterungen u. dergl. in Verbindung.

9. Da die mit der Erfahrung zusammenstimmende Beschaffenheit der Größe des Zusammenhanges, der Queerschnitte der Magneten sich auf die Voraussetzung gründet, daß die magnetische oder elektrische Wirkung sich durch den magnetisirbaren oder elektrisirbaren Körper hindurch in verkehrtem einfachen Verhältnisse der Entfernung verbreite; so folgt aus dieser Zusammenstimmung auch die Richtigkeit dieser Voraussetzung.

Hierbey bemerkt Herr Prechtl, daß der Herr Prof. Hansteen seinen Versuchen zu Folge die beyden Voraussetzungen annehme, daß die Anziehung zweyer magnetischer Punkte auf einander im verkehrten Verhältnisse des Quadrats der Entfernung zunehme; die Intensitäten aber auf der Axe eines Magneten von dem Mittelpunkte nach den Polen entweder im einfachen Verhältnisse der Entfernung von diesem Mittelpunkte, oder aber im quadratischen Verhältnisse dieser Entfernung zunehmen. Herr Hansteen erkläre sich besonders in zweyten Falle für das quadratische Verhältniß. Man sollte auch wohl, führt Herr Prechtl fort, dem ersten Anscheine nach glauben, daß wenn die Stärke der Anziehung zweyer magnetischen Punkte im verkehrten quadratischen Verhältnisse der Entfernung stehe, die Zunahme der Intensitäten auf der magnetischen Axe vom Mittelpunkte aus, in demselben quadratischen Verhältnisse erfolgen müßte, weil beyde Erfolge auf demselben Grunde, nämlich der Gegenwirkung entgegengesetzter Pole, beruheten.

Allein es sey hier zu berücksichtigen, ob die Wirkung der Pole durch einen Raum hindurch gehe, in

welchem solche Körper vorhanden seyen, in denen keine polarische Wirkung (elektrische oder magnetische Ladung) hervorgebracht werde; oder ob diese Wirkung durch einen polarisch ladungsfähigen Körper hindurch gehe. Im erstern Falle erfolge die Wirkung der magnetischen Punkte auf einander im verkehrten quadratischen Verhältnisse der Entfernung, wie dieß durch die Versuche bewiesen sey, in welchen zwey magnetische Pole auf einander durch die Luft hindurch wirkten: denn diese Luft verhalte sich gegen den Magnetismus der Magnete indifferent oder als Leiter, und nehme die magnetische Ladung nicht durch jene magnetische Intensität an, wenigstens nicht in einem mit ihr vergleichbarem Grade.

Erfolge dagegen die magnetische Wirkung durch einen magnetisirbaren Körper selbst hindurch, so übe der durch die äußere Wirkung hervorgebrachte Magnetismus jedes Queerschnitts dieses Körpers, auf die zunächst folgenden gleichfalls eine Wirkung im verkehrten quadratischen Verhältnisse der Entfernung aus; so daß die Wirkung des äußern Poles auf irgend einen Theil jenes Körpers, sich vermittelst der Wirkung der bereits magnetisirten zwischenliegenden Theile vergrößere, und so das einfache Verhältniß der Entfernung erreiche.

10. Hieraus lasse sich das Anomale, was in diesen Erscheinungen vorkomme, leicht erklären. Erstens: die Elektricität, für welche Luft, durch die hindurch der entgegengesetzten Pole Wirkung vor sich gehe, ein ladungsfähiger Körper sey, wirke durch Luft im verkehrten einfachen Verhältnisse der Entfernung; und hierbey werde es einen Einfluß haben, ob die Elektricität eine größere oder geringere Intensität besitze und ob die Luft mehr oder weniger trocken, oder überhaupt mehr oder weniger leitend sey. Bey größerm Leitungsvermögen werde das Verhältniß zwischen dem einfachen und dem quadratischen liegen. Zweytens: der in dem Magneten angehäufte tellurische Magnetismus wirke durch die Luft und solche Körper, welche nicht merklich magnetisch wür-

den, im verkehrten quadratischen Verhältnisse der Entfernung. Drittens: es wirke dagegen der Magnetismus der Volta'schen Kette im verkehrten einfachen Verhältnisse der Entfernung, weil für ihn auch die Luft, durch welche die Wirkung sich verbreite, ladungsfähig oder magnetisirbar sey, eben so, wie außer Eisen noch die andern Metalle, welche durch den tellurischen Magnetismus nur sehr schwach oder nicht merklich magnetisirt würden.

11. Aus dem Vorigen ergeben sich nach Herrn Prechtl unmittelbar einige andere magnetische Gesetze:

Die Intensität der Endpole ist nämlich, wenn bis zur Sättigung magnetisirt ist, gleich groß für Magnete von verschiedener Länge, wenn ihre übrigen Dimensionen gleich sind. Denn die beyden Endpole wirken gegen einander, und stützen sich wechselseitig durch die Wirkung der zwischenliegenden Pole: ihre gegenseitige Wirkung steht im verkehrten Verhältnisse der Entfernung. Es sey nun diejenige magnetische Intensität, welche erforderlich ist, um die Magnetisirung der Eisenstange bis zur Sättigung zu bewirken (die absolute) $= A'$, die an den Enden des Magnets erkennbare Intensität $= A$, die Entfernung beyder Pole von einander $= d$, so ist $A = \frac{A'}{d}$. Da nun die absolute Intensität dieser Entfernung selbst proportional ist (denn nur dann kann die magnetische Ladung bis zur Sättigung bewirkt werden, was außerdem nicht Statt finden könnte), so ist $A = \frac{d}{d} = 1$.

Um daher bey in gleich langen Magneten von übrigens gleichen Dimensionen die Magnetisirung bis zur Sättigung, folglich für gleiche Intensität der Endpole zu bewirken, ist eine um so viel größere magnetische Stärke zu der Magnetisirung erforderlich. Wenn z. B. ein Magnet von bestimmter Stärke einen Stahldraht

von 1 Fuß Länge gerade bis zur Sättigung magnetisiren kann; so ist ein zehnfach so starker Magnet erforderlich, um einen solchen Stahldraht von 10 Fuß Länge zur Sättigung zu magnetisiren, in welchem Falle der längere und der kürzere dieselbe magnetische Intensität der Endpole haben.

12. Zerbricht man einen magnetisirten Draht in mehrere kleinere Stücke, so ist daher ein jedes solches Stück ein eigener Magnet mit gleicher Intensität der Pole. Denn gesetzt, man breche zuerst ein Stück vom Nordpolende ab, so bewirken im Augenblicke der Trennung die absoluten Intensitäten der beyden neuen Enden die neue Magnetisirung des Stückes auf dieselbe Art, als wenn dieses nicht magnetisirte Stück zwischen zwey Pole gebracht würde, deren absolute Intensität diejenige wäre, welche der Endfläche des größern Stückes nach der Trennung zukommt.

Bey der Volta'schen isolirten Säule giebt die elektrische Spannung der Pole, welche das Elektrometer angiebt, die absolute Intensität derselben zu erkennen: hebt man einen Theil dieser Säule ab, so vermindert sich bey Etablirung der neuen Polarität jene Intensität in dem Verhältnisse der Verminderung der Länge, die Plattenpaare von gleicher Dicke gesetzt. Wenn die Elektricitäts-Quelle nicht in der Säule selbst läge, sondern die Elektrisirung, wie beym Magneten, oder dem mit elektrischer Polarität geladenen Körper, durch Wirkung äußerer Pole folgte; so würde die relative Wirkung der Pole der Säule von ihrer Entfernung abhängen, und bey ungleich hohen Säulen gleich erscheinen. Dieser Unterschied zwischen der Säule und den Magneten beweiset zugleich, daß der Magnet nicht die innere Natur der Säule habe, sondern ein mit elektrischer Polarität geladener Körper sey. Herr Prechtl betrachtet nämlich Magnetismus und Elektricität als identische Kräfte, welche von verschiedenen Seiten wirksam sind. M. s. den folgenden Artikel: Elektro-Magnetismus.

13. Sind zwey einzelne Magnete von gleicher Länge und gleichen übrigen Dimensionen bis zur Sättigung magnetisirt, und sie werden mit den entgegengesetzten Polen an einander gesetzt, so ist die Intensität der Pole die Hälfte der vorigen. Denn allgemein sey, bey gleichen übrigen Dimensionen, die Länge des einen Magnets $= l$, die Länge des andern $= l'$, die Intensität jedes $= a$, so ist die Intensität des zusammengesetzten Magneten $= \frac{a}{1 + l'}$, also für $l' = l = 1$, die neue Intensität $= \frac{1}{2} a$.

Aus demselben Grunde verhält sich bey cylindrischen Magneten von verschiedener Dicke, die Intensität der Kraft derselben verkehrt wie ihr Durchmesser, bey gleicher äußerer Ladungsstärke.

14. Ueberhaupt ist nach Herrn **Prechtl** in allen diesen Fällen vollkommen dasselbe Verhalten vorhanden, wie bey den mit elektrischer Polarität geladenen Körpern. M. s. den Artikel: **Leiter, elektrische.**

15. Für den Transversal-Magneten gelten nach **Prechtl** dieselben Gesetze, welche bisher entwickelt worden sind: denn der Transversal-Magnetismus ist eigentlich die longitudinal-Magnetisirung einer Fläche der Breite nach. Zur nähern Erläuterung dieses Gegenstandes wird folgendes dienen.

Der longitudinal-Magnet kann rücksichtlich seiner Polarität und der Vertheilung der Intensitäten auf seiner Axe als eine Linie (Linear-Magnet) betrachtet werden, weil seine Dimensionen nach der Dicke und Breite hierbey keinen Einfluß haben. Aus dem Obigen erhellet nun, daß die Polarität dieses Magneten nur dadurch entsteht, daß von dem Mittelpunkte nach den Polen ein immer größerer Theil der relativen magnetischen Masse jedes Queerschnittes frey wirkt, so daß an den Polen selbst diese Masse frey hervortritt. Zertheilt man einen solchen Magneten in mehrere kleine Stücke, so ist jedes

einzelne Stück ein Magnet mit zwey Endpolen oder ein Linear-Magnet. Daſſelbe wird auch überall der Fall ſeyn müſſen, wo Enden dadurch hervortreten, daß der Linear-Magnet unter Winkeln gebogen wird, weil dann (unter der Vorausſetzung, daß nicht zwey Hauptenden, die ſich polariſiren, vorhanden ſind), jeder Schenkel dieſer Winkel den Pol ſeines Endes nach einer andern Richtung hin ſetzt, folglich die Longitudinalwirkung der Pole mit dem folgenden Schenkel des Winkels dadurch unterbrochen wird.

Man ſtelle ſich einen Linear-Magneten vor, welcher in ſich ſelbſt zurückgehe, und in Form eines Quadrats gebrochen ſey, deſſen Seiten a b, b c, c d und d a heißen mögen. Auf der Seite b c etablirt der Nordpol von c den ihm zugehörigen Südpol nach der Richtung dieſer Seite, nämlich gegen b; auf der Seite a b etablirt der Nordpol bey a den Südpol nach der Richtung von a b; an der Spitze des Winkels b tritt alſo der Südpol frey hervor; die Seite a b ſowohl als b c, eben ſo a d und d c werden Longitudinal-Magneten und erhalten die magnetiſche Dispoſition, daß die beyden entgegengeſetzten Winkel b und d als Südpol und die andern beyden a und c als Nordpol ſich zeigen. Daſſelbe iſt der Fall bey jeder Vervielfältigung der Winkel, z. B. bey einem Sechsecke, beym Kreiſe.

16. Dieß Verhalten läßt ſich durch die Erfahrung beſtätigen. Man nehme nämlich einen Eiſendraht, ſchweiße die beyden Enden an einander, oder hämmere ſie feſt zuſammen, und gebe ihm dann die Form eines Vielecks von gerader Zahl der Seiten, ſo daß man die Winkel ſcharf ausbiegt. Man magnetiſire nun dieſes Vieleck, indem man bloß auf eine Seite deſſelben die beyden Pole eines Magneten aufſetzt und wieder abhebt. Jede Seite dieſes Vielecks iſt nun ein einzelner Longitudinal-Magnet: von je zweyen dieſer Magnete liegen die gleichnamigen Pole an einander, ſo daß dem Umfange nach derſelben Richtung auf jeden Nordpol immer

ein Südpol folgt. Dieses magnetische System nennt Herr Prechtl einen in sich selbst zurückgehenden vieleckig gebrochenen Linear-Magneten.

17. Der einfachste Transversal-Magnet ist eine Fläche, welche durch an einander liegende, auf ihre Axe senkrechte Linear-Magneten gebildet wird, deren gleichnamige Pole sich auf derselben Seite befinden. Die eine lange Seite des Parallelogramms hat Nord, die entgegengesetzte Süd; in der Axe liegen die Indifferenzpunkte.

Der prismatische Transversal-Magnet hat zu seinem Queerschnitt als Element das zugehörige Vieleck mit gleicher Seitenzahl. An dem Umfange jedes Queerschnittes des prismatischen Transversal-Magneten sind eben so viele einzelne Linear-Magneten als Seiten vorhanden. Für diese einzelnen Magneten gelten dieselben Gesetze, wie für den für sich bestehenden Longitudinal-Magneten.

Frägt man, was ein von gleichen Flächen eingeschlossener Magnet für eine magnetische Disposition habe, so ergiebt sich die Antwort von selbst aus dem Vorigen. Bey dem Würfel, z. B. dessen Winkel durch drey Linien gebildet werden, haben die Enden dieser Linien den entgegengesetzten Pol desjenigen Winkels, von welchem dieselben auslaufen: die diametral entgegenstehenden Winkel an jeder der sechs Flächen haben also gleichnamige Pole, die diametral entgegenstehenden acht körperlichen Winkel dagegen haben ungleichnamige Pole. Um einem eisernen Würfel diesen Magnetismus zu ertheilen, ist es hinreichend die beyden Pole des Magneten auf eine Kante desselben aufzusetzen und wieder abzuheben. Die Pole der übrigen Kanten etabliren sich so nach von selbst.

18. Folgendes ist es, was Herr Prechtl in dem Bisherigen genügend dargethan zu haben glaubt:

1. Daß die freyen magnetischen Intensitäten, d. i. diejenigen, welche ihre entgegengesetzten Pole außerhalb

des Magneten etabliren, auf der magnetischen Axe von dem Mittelpunkte nach den Polen im einfachen Verhältnisse der Entfernung von diesem Mittelpunkte zunehmen, so daß an den Polen die ganze relative magnetische Intensität frey wirkt.

2. Daß die gebundenen magnetischen Intensitäten, d. i. diejenigen, welche ihre entgegengesetzte Pole innerhalb des Magneten haben, und mit ihnen in Ruhe sind, von den Polen nach dem Mittelpunkte im einfachen Verhältnisse ihrer Entfernung zunehmen; so daß in dem Mittelpunkte alle magnetische Intensität im gebundenen Zustande sich befindet.

3. Daß daher der Zusammenhang der Queerschnitte eines Magneten von den Polen nach der Mitte zu im einfachen Verhältnisse der Entfernung zunimmt, und in der Mitte am größten ist.

4. Daß die magnetische oder elektrische Wirkung sich durch einen magnetisirbaren oder elektrisirbaren Körper hindurch im verkehrten einfachen Verhältnisse der Entfernung verbreitet.

5. Daß die Wirkung der magnetischen Pole durch einen gar nicht merklich magnetisch-ladungsfähigen Raum hindurch im verkehrten quadratischen Verhältnisse der Entfernung vor sich geht.

6. Daß der Longitudinal-Magnet sich völlig gleich mit dem mit elektrischer Polarität geladenen Körper verhält; und daß er eben so mit der isolirten Volta'schen Säule in der Dispositionsweise der Elektricitäten übereinstimmt, von derselben sich aber dadurch unterscheidet, daß der magnetische Impuls nicht in ihm selbst liegt, sondern von außen gegeben ist.

7. Daß für den Transversal-Magneten dieselben Gesetze wie für den Longitudinal-Magneten gelten, indem er in seiner einfachsten Form die Longitudinal-Magnetisirung einer Fläche nach der Breite ist.

8. Daß endlich die Winkel, welche sich an einer magnetischen Linie, oder einem Körper befinden, die Ei-

genschaft besitzen, die außerdem Statt findende magnetische Ladungsweise abzuändern und zu unterbrechen, und einige Pole zu bilden, — eine Eigenschaft, welche den nächsten Grund der Disposition des Transversal-Magnetismus (auch) den Grund der Wirkungsart der Spitzen und Ecken bey der Maschinen-Elektricität) enthält.

Dieser sehr sinnreichen Theorie mit ihren Folgen können doch einige Zweifel entgegengestellt werden, von welchen in dem folgenden Artikel: Elektro-Magnetismus, das Nöthige beygebracht werden soll.

Herr Poisson *) sucht dagegen Coulomb's Theorie zu vertheidigen, nach welcher vorausgesetzt wird, daß die beyden elektrischen Fluida durch den Act des Magnetisirens nicht, wie man gewöhnlich glaubt, zu den Extremitäten der Magnetnadel übergeführet, und an ihren Polen angehäuft würden, sondern daß vielmehr die südlichen und nördlichen Fluida, nur unendlich kleine Ortsveränderungen erleiden, und nicht zur Molekule, dem sie vor der Magnetisirung angehörten, hinaustreten. Diese anfänglich sonderbar erscheinende Meinung habe dennoch allgemein die Oberhand erlangt. Die vorzüglichste Thatsache, auf welche sich Coulomb's Meinung stütze, und welche über die Nothwendigkeit seiner Hypothese keinen Zweifel gestatte, sey folgende:

Wenn man einen Magneten ein Stück weiches Eisen nähere, so werde solches durch den Einfluß des erstern magnetisirt, und bey der Berührung haften dieselben mehr oder minder stark an einander. Dasselbe finde mit mehreren Stücken Eisen Statt, welche man dem erstern nähere; sie würden alle durch Einfluß magnetisch und hafteten beym Contact, dem erstern an. Wenn man, nach dem dieß geschehen, die Eisenstücke trenne und der Einwirkung des Magnetismus entziehe, so finde sich, daß sie sämmtlich zu ihrem natürlichen Zustande

*) Annales de chimie et de physique Tom. XXV. p. 113. sq. übers. in den Annalen der Physik von Poggendorf. B. LXXVII. S. 304. ff.

zurückgekehrt seyn, und nicht der geringste Antheil des magnetischen Fluidums weder vom Magnet in das Eisen, noch von einem Eisenstück in das andere übergegangen sey. Dieß sey der hauptsächlichste Unterschied zwischen Magnetismus und Elektricität in leitenden Körpern; denn das elektrische Fluidum gehe ungehindert von einem Körper in den andern, sowohl bey unmittelbarer Berührung, als bey einer Nähe, die hinreichend sey, um den Luftdruck, welcher die Elektricität an ihrer Oberfläche fest halte, durch den Druck der letztern zu überwinden. Die Thatsache in Bezug auf den Magnetismus sey unabhängig von der Form und dem Volumen der weichen Eisenstücke, welche man in Berührung bringt, eben so wie von der Stärke des Magneten. Wie innig man auch die Berührung darstellen möge und wie lange sie auch daure, so gehe dieses Fluidum doch nie von einem Stück Eisen in das andere. Es sey daher sehr natürlich zu schließen, daß auch in dem nämlichen Stück Eisen, kein merklicher Theil des magnetischen Fluidums eine Ortsveränderung erlitten habe, und daß also die beyden Fluida, welche der Körper in seinem natürlichen Zustande enthalte, nur unendlich kleine Ortsveränderungen erlitten, wenn sie durch eine äußere Ursache getrennt würden. Dieselbe Folgerung lasse sich auch auf die Körper anwenden, welche den durch irgend eine Art erregten Magnetismus behielten, und es finde bey diesen nur der Unterschied mit dem weichen Eisen Statt, daß in ihnen noch eine besondere Kraft vorhanden sey, die man Coercitivkraft genannt habe und deren Wirkung dahin gehe, die Theilchen des einen oder des andern Fluidums, in ihrem Lagen festzuhalten, sich also anfänglich ihrer Trennung und darauf ihrer Vereinigung zu widersetzen.

Es biete sich hier eine andere Untersuchung dar, die bis jetzt noch nicht die Aufmerksamkeit der Physiker beschäftiget habe, obgleich man, durch die Eigenschaft des magnetischen Fluidums stets den nämlichen Theilchen

des magnetisirten Körpers anzugehören, nothwendig auf dieselbe geführt werde. Nicht allein, daß die Identität des Magnetismus mit der Elektricität nicht bewiesen sey, sey man auch nicht einmal genöthigt anzunehmen, daß die magnetischen Erscheinungen in allen Körpern durch ein Fluidum erzeugt würden, welches überall die nämliche Intensität in attractiver oder repulsiver Wirkung besitze und das man folglich nicht als das nämliche Fluidum zu betrachten habe. Die Identität in der Natur des elektrischen Fluidums entspringe für uns daraus, daß wenn die nämliche Menge desselben von einem leitenden Körper zum andern übergehe, die unter den nämlichen Umständen, die nämlichen Repulsionen und Attractionen äußere. Dieser Beweis finde aber nicht in Bezug auf den Magnetismus Statt, und wir wüßten nicht a priori, ob wir zum Beyspiel das dem reinen Nickel und dem weichen Eisen zugehörige magnetische Fluidum als die nämliche imponderable Substanz zu betrachten hätten. Mithin könne, wenn man von der Coercitivkraft absehe, welche in beyden Metallen gering sey, die Erfahrung uns allein belehren, ob dieselbe äußere Ursache dieselbe Wirkung auf das in dem einen oder dem andern enthaltene Fluidum hervorbringe, oder bestimmter gesagt, ob Nadeln von gleicher Form und gleicher Größe, die einen aus Nickel, die andern aus Eisen, in gleichen Zeiten eine gleiche oder verschiedene Anzahl von Schwingungen machten, wenn sie der Wirkung des Erdmagnetismus unterworfen seyn. Herr Gay-Lussac, welcher sich dieser Untersuchung unterzogen, habe statt der eben genannten directen Methode eine andere angewandt, welche ihm einer größern Genauigkeit fähig zu seyn geschienen. Nachstehendes enthalte diese Methode und ihre Resultate.

Eine Magnetnadel von 2 Decimeter Länge, welche horizontal aufgehängt gewesen, sey in Bewegung gesetzt, und die Dauer der durch den Erdmagnetismus erregten Schwingungen gemessen; sie habe in 131 Sekunden

10 Schwingungen gemacht; darauf habe man unter dieselbe gelegt, auf eine feste um $0^m,05$ von der Nadel entfernte Horizontalebene, einen prismatischen Stab von weichem Eisen, der $0^m,196$ lang, $0^m,018$ breit und $0^m,0014$ dick gewesen und dessen Mittelpunkt sich mit der Nadel in der nämlichen Vertikallinie befunden habe.

Die Schwingungen der Magnetnadel wären sogleich beschleuniget worden, so daß, wie sie anfänglich 10 derselben in 65 Sekunden gemacht hätten, jetzt zur nämlichen Anzahl nur 60 Sekunden gebraucht hätten, worauf keine weitere Beschleunigung Statt gefunden. Als darauf der Eisenstab mit einem Nickelstab von gleicher Form und Größe vertauscht und diesem rücksichtlich der Nadel genau dieselbe Lage gegeben sey, habe letztere anfänglich 10 Schwingungen in 78 Sekunden und nach einiger Zeit etwas beschleunigt in 77 Sekunden gemacht. Nach Wegnahme der Nickelstange habe die Nadel wieder wie vorhin 10 Schwingungen in 130 Sekunden durch die bloße Einwirkung der Erde gemacht.

In der Nickel- und Eisenstange sey nach gemachter Operation keine merkliche Spur von Magnetismus wahrgenommen, und dieß zeige, daß die Coercitivkraft dieser Metalle wenigstens sehr schwach gewesen; jedoch könnte man glauben, daß sie nicht gänzlich Null sey, da die beyden Stangen nicht augenblicklich ihre größte Wirksamkeit auf die Magnetnadel geäußert. Indeß könne dieser Umstand auch durch die Reaction ihres Fluidums auf das der Magnetnadel herrühren, welche wegen der Coercitivkraft des gehärteten Stahls, aus welchem die letztere bestanden, erst nach einiger Zeit ihr Maximum erreicht habe. Wie dem auch sey, so viel lasse sich mit Gewißheit aus diesem wichtigen Versuche schließen, daß die gegenseitige Einwirkung der im Stahle und im weichen Eisen enthaltenen magnetischen Fluida merklich größer sey, als die gegenseitige Wirkung derjenigen,

welche in dem nämlichen Stahle und im Nickel enthalten seyn.

Man könnte diese Verschiedenheit vielleicht einer begrenzten Menge des nördlichen und südlichen Fluidums zuschreiben, welche von einem Körper zum andern veränderlich, und so z. B. im Eisen größer als im Nickel wäre. Dieser Gesichtspunkt habe aber die Erfahrung gegen sich, denn für uns seyn die Mengen der beyden Fluida, welche die Körper im neutralen Zustande enthielten, unbegrenzt, d. h. mit den Kräften, die uns zu Gebote ständen, könnten wir dieselben, beym Act des Magnetisirens, nie gänzlich trennen. Wenn ein Körper durch Einwirkung eines Magneten magnetisirt werde, so wachse die Intensität seines magnetischen Zustandes, die sich durch ihre äußern mechanischen Wirkungen offenbare, zufolge der Annahme der Physiker, unaufhörlich mit der Kraft des Magneten, welcher auf diesen Körper wirke. Dieß zeige hinlänglich, daß man noch nicht die Grenze der Zerlegung des neutralen Fluidums erreicht habe, eben so wenig man bis jetzt dahin gelangt sey, die im Innern der leitenden Körper enthaltenen elektrischen Fluida gänzlich zu trennen.

Man sey daher genöthigt anzunehmen, daß die gegenseitige Einwirkung zweyer magnetischer Partikel, welche verschiedenen Körpern angehörten, von den Materien dieser letztern abhingen. Wahrscheinlich verändere sich diese Einwirkung mit der Temperatur, wie dieß schon aus einer ältern Beobachtung des Canton, vorzüglich aber aus den genauen Untersuchungen Coulomb's hervorgehe. Diese Versuche zeigten den Einfluß der Wärme auf die Entwickelung des Magnetismus; da sie aber mit Magnetstäben seyn angestellt worden, in denen die Coercitivkraft keineswegs Null gewesen, so seyn die beobachteten Wirkungen, ohne Zweifel, zugleich durch die Veränderungen dieser letzten Kraft und die, der Intensität der Wirkung der magnetischen Fluida erzeugt. Es wäre daher zu wünschen, daß dieselben

Beobachtungen mit weichem Eisen und reinem Nickel bey verschiedenen Temperaturen wiederholt würden, ja selbst mit solchen Metallen, in welchen sich bisher kein Magnetismus gezeigt, da die Versuche des Herrn Gay-Lussac, welche die Differenz in der Wirkung der magnetischen Fluida verschiedener Materien bestätigten, zugleich mit Grund glauben ließen, daß die Intensität dieser Wirkung, bey der gewöhnlichen Temperatur, in den andern Metallen, zwar sehr schwach, keinesweges aber Null sey.

Nunmehr wäre aber auf eine bestimmte Art zu erklären, wie man sich die Anordnung der beyden magnetischen Fluida in den magnetisirten Körpern vorzustellen habe.

Nehme man zuerst eine cylindrische Nadel weichen Eisens von sehr kleinem Durchmesser und einer beliebigen Länge, und auf der Verlängerung ihrer Axe seyn ein oder mehrere magnetische Mittelpunkte angebracht; so werden im natürlichen Zustande die beyden Fluida der Nadel, in jedem Punkte derselben, zu gleichen Mengen vereinigt seyn, so daß deren Wirkungen, da sie für jeden Abstand, gleiches und entgegengesetztes Zeichen besitzen, sich gegenseitig zerstören und keine Spur von Magnetismus zeigen. Die Wirkung jener magnetischen Mittelpunkte trenne die beyden Fluida von einander, so daß jedes nördliche und südliche Theilchen ein wenig aus seiner ursprünglichen Lage gezogen werde. Bey diesem Zustande folgten sich die beyden Fluida abwechselnd längs der ganzen Nadel, und mithin werde diese, in ihrer Längenrichtung, aus einer Folge von kleinen Theilchen bestehen, deren jedes, wie im natürlichen Zustande, die beyden Fluida zu gleichen Quantitäten enthalte. Wir entscheiden nicht, ob der gegenseitige Abstand dieser Theile, gleich sey der Länge der Molekule, auch sey es für unsere Rechnung hinreichend, wenn dieser nur sehr klein angenommen, und mithin, in Bezug auf den Diameter der Nadel oder im Allgemeinen, in

Bezug auf die kleinste Dimension des magnetisirten Körpers, vernachlässiget werden könne. Obgleich dieser Abstand sehr klein sey, so könne er dennoch bey den verschiedenen, des Magnetisirens fähigen Körpern, z. B. beym Eisen und beym Nickel, ungleich seyn, allein diese Ungleichheit bringe keine Verschiedenheit in der nach außen wirkenden magnetischen Kraft dieser Körper hervor, so daß man hiedurch nicht die verschiedene Wirkung erklären könne, welche sie unter den nämlichen Umständen auf die in ihrer Nähe befindlichen, Magnete äußerten.

Gedächten wir uns nun einen magnetischen Körper von beliebiger Form und Größe, so habe man in seinem Innern, Linien anzunehmen, nach welchen die beyden magnetischen Fluida getrennt, und wie in der Nadel, die so eben zum Beyspiel gedient, abwechselnd angeordnet würden. Im Allgemeinen seyn es Curven, welche von der Form des Körpers und den äußern auf die beyden magnetischen Fluida wirkenden Kräfte abhingen. Kürze wegen sollten diese: magnetische Linien, so wie: magnetische Elemente, die kleinen Theilchen, woraus sie beständen, und von welchen jedes die nördliche und südliche Flüssigkeit zu gleichen Mengen enthalte, genannt werden. Bey jeder besondern Aufgabe habe man demnach für irgend einen Punkt des zu betrachtenden Körpers zu bestimmen: die Richtung der magnetischen Linie und die Wirkung des magnetischen Elements auf irgend einen, der Lage nach gegebenen Punkt, dieser möge nun außerhalb oder innerhalb des Körpers befindlich seyn. Diese Wirkung sey die Differenz der Kräfte, welche von den beyden im Elemente enthaltenen Flüssigkeiten ausgeübt werde, und diese Differenz rühre daher, daß die nördlichen und südlichen Molekule während des magnetischen Zustandes um ein Geringes von einander getrennt seyn. Man könnte sich vielleicht wundern, daß Kräfte, welche von dem Mittelpunkte, aus welchem sie hervorgingen, auf

um ein Geringes abstünden, fähig seyn, so merkliche mechanische Wirkungen zu erzeugen, wie die Bewegungen, welche aus den magnetischen Attractionen und Repulsionen entsprängen; indeß seyn die Resultate der Wirkungen aller magnetischen Elemente eines magnetisirten Körpers, gleich der Wirkung einer sehr dünnen, aus den beyden Flüssigkeiten gebildeten Schicht, welche zu gesonderten Theilchen aus diesen bestehe und die ganze Oberfläche des Körpers bedecke, und dann besäßen wir in den Attractionen und Repulsionen der elektrischen Leiter schon ein Beyspiel, daß flüssige Schichten, deren Dicke so klein sey, daß sie unsern Sinnen und unsern Meßwerkzeugen gänzlich entgehe, oft sehr beträchtliche mechanische Wirkungen hervorbrächten. Was die Kraft betreffe, welche jedem, zu demselben magnetischen Elemente gehörigem Antheile, der isolirten Flüssigkeiten zukämen, so seyn sie unvergleichbar größer, als die Wirkung dieses Elements selbst, und wir können uns nach den magnetischen Attractionen und Repulsionen keine Idee von ihrer Intensität machen, indem diese Wirkungen stets nur von ihrer Differenz erzeugt würden.

Nach diesen vorausgesetzten Bestimmungen hat Herr Poisson versucht, die mathematische Analyse anzuwenden. In Hinsicht des vollkommnen magnetischen Gleichgewichtes hat er folgende allgemeine Regel gefunden: daß, obgleich die beyden magnetischen Fluida, durch die ganze Masse des, mittelst Vertheilung, magnetisirten Körpers, verbreitet sind, dennoch die Attractionen und Repulsionen, welche derselbe nach außen zeigt, eben so geschehen, als wäre dieser mit einer sehr dünnen, aus gleichen Mengen der beyden Flüssigkeiten gebildeten, Schicht bedeckt, deren totale Wirkung auf die innern Punkte, gleich Null ist.

Seine allgemeinen Betrachtungen führten ihn auf das merkwürdige Theorem, wenn er solche auf eine hohle Kugel anwandte, welches gleichzeitig dem Magne-

tismus und der Elektricität eigen ist. Man nehme nämlich diese Kugel aus einer Masse gebildet an, welche die Elektricität leitet, und denke sich sowohl innerhalb als außerhalb derselben eine Anzahl elektrisirter Körper beliebig geordnet. Diese werden die hohle Kugel mittelst Vertheilung elektrisiren und dann findet folgendes dabey Statt:

1. Wenn alle diese Körper außerhalb der hohlen Kugel sich befinden, so giebt ihre Wirkung, hinzugefügt zu der der Kugel, eine Resultante, gleich Null, sowohl für alle Punkte innerhalb des hohlen Raumes, als auch für die, des von der Kugelschaale erfüllten.

2. Sind gegentheils alle elektrisirten Körper innerhalb des leeren Raumes der Kugel befindlich, so ist die Resultante ihrer Wirkung, hinzugefügt zu der der Kugel, eine constante Kraft für alle Punkte außerhalb der letztern, die einen gleichen Abstand von derselben besitzen und zwar die nämliche, als wenn die beyden elektrischen Flüssigkeiten in dem Mittelpunkte der Kugel vereinigt wären. Die Dicke der Schicht wird auf der ganzen Ausdehnung der äußern Kugelfläche die nämliche seyn, obgleich von den Punkten derselben, einige den im Innern befindlichen elektrischen Körpern sehr nahe, andere wieder sehr entfernt sind; und wenn die Elektricität mittelst eines Funkens von einem dieser Körper zum andern oder zur Kugelschaale übergeht, so werden die äußern Attractionen und Repulsionen dadurch nicht verändert.

In Rücksicht des Magnetismus folgt aus diesem Theorem, daß, wenn eine, im Innern einer hohlen Kugel von weichem Eisen, befindliche Magnetnadel klein genug ist, um keinen merklichen Einfluß auf die Kugel auszuüben, diese keine magnetische Wirkung erleiden und folglich weder durch die Kraft der Erde noch andere außerhalb der hohlen Kugel angebrachte Magnete eine bestimmte Richtung annehmen werde. Es folgt daraus ferner, daß wenn in das Innere einer solchen

Kugel Magnete gebracht werden, die Wirkung derselben auf eine kleine außerhalb befindliche Magnetnadel, hinzugefügt zu der des erfüllten, durch ihren Einfluß magnetisirten Theiles der Kugel, eine Resultante gleich Null geben wird; denn nach dem zweyten Theile des Theorems muß die Wirkung nach außen die nämliche seyn, als wenn die beyden magnetischen Flüssigkeiten im Mittelpunkte der Kugel vereinigt wären, und dieß macht ihre Wirkung für alle Abstände Null, da sie nothwendig immer zu gleichen Mengen vorhanden sind.

Diese Theorie hat Poisson in der Folge unter einem allgemeinern Gesichtspunkte aufgefaßt, und angenommen, daß die magnetischen Elemente sich nicht im Contacte befinden, und demnach ein magnetisirter Körper eine Vereinigung von außerdentlich kleinen und beliebig geformten Theilchen sey, welche die beyden Flüssigkeiten enthalten und durch Zwischenräume von einander gesondert werden, zu welchen der Magnetismus keinen Zutritt besitzt, und übrigens hinsichtlich ihrer Dimensionen von der nämlichen Größenordnung sind, als die Theilchen des magnetisirten Stoffes.

Daß eine solche atomistische Voraussetzung, welche ganz willkührlich angenommen ist, keine physische Erklärung seyn kann, ob sie gleich eine mathematische Analyse gestaltet, wird gewiß jeder gründliche Physiker einsehen.

Magnetismus (Zus. zu S. 469. Th. III.). Mit dem sogenannten thierischen Magnetismus ist in den neuern Zeiten manche Charlatanerie getrieben worden. Indessen ist dabey auf keine Weise zu verkennen, daß der Magnetismus eine gewisse Einwirkung auf den Lebensproceß zu haben scheint. Wenn nach der neuesten Entdeckung des Herrn Hansteen jeder senkrecht aufgerichtete Körper Polarität zeigt, so scheint hieraus zu folgen, daß dieß ebenfalls beym menschlichen Körper der Fall seyn müsse. In wie fern aber dadurch eine Wirk-

samkeit des einen Körpers auf den andern entstehen könne, liegt noch ganz im Dunkeln, und alle erzählte Fälle, wo durchs Magnetisiren der sogenannte Somnambulismus entstanden seyn soll, tragen noch zu sehr das Gepräge von wunderbaren Erscheinungen an sich, als daß man hieraus auf eine wirklich reelle Einwirkung des Magnetismus mit Sicherheit schließen könnte. Wenn erst in der Folge wirkliche physische Thatsachen über diesen Gegenstand mehr, als bis jetzt geschehen ist, werden entdeckt worden seyn, so wird man auch mit mehrerer Sicherheit über die so angebliche wunderbare Einwirkung des Magnetismus urtheilen können. Einstweilen kann man einige Gedankenspiele über den Magnetismus und seinen Einfluß auf den gesammten Organismus beym Hr. Jos. Ennemoser *) in Verbindung mit Eschenmier, Kieser und Bährens nachlesen. Nach ihm ist Mesmer's Theorie die einzig richtige. Seine ersten Ideen über diesen Gegenstand enthalten folgende von ihm aufgesetzte Worte: Betrachtet man das allgemeine Weltall als einen großen Organismus, worin ein allgemeines Leben sich in unendlich vielen Gestaltungen offenbaret, so folgt daraus, daß nichts für sich isolirt, sondern alles in gewisser Verbindung lebt, daß alle Naturwesen in einem gewissen Verhältnisse gegen einander stehen, daß mehr oder weniger sich deutlich offenbaret, und sich theils als befördernd, theils als beschränkend äußert. Dieß könnten wir das allgemeine magnetische Leben nennen; die einzelnen, der sinnlichen Wahrnehmung bemerkbaren Aeußerungen belegen wir mit dem Namen der allgemeinen Sympathie und Antipathie. Unter die ersten gehört alles, was eine gegenseitige Beförderung des Lebens, Freundschaft und Harmonie anzeigt, unter die

*) Der Magnetismus, nach der allseitigen Beziehung seines Wesens, seiner Erscheinung, Anwendung und Entwickelung, in einer geschichtlichen Entwickelung von allen Zeiten und bey allen Völkern wissenschaftlich dargestellt. Leipz. 1819.

zweyte, was gegenseitig das Leben beschränkt, Feindschaft und Disharmonie äußert. Diese Begriffe sind jedoch relativ. Die allgemeine magnetische Kraft denken wir uns als Ausfluß des allgemeinen Weltlebens, das in jedem Naturwesen nach einem bestimmten Grade sich offenbaret. Fassen wir aber die Idee des Lebens selbst recht auf, so können wir es uns nicht anders denken, als ein rastloses Thätig seyn, Wirken und Ausstrahlen nach einem ihm angemessenen Umfange, innerhalb dessen es wieder auf das Leben anderer Naturwesen einwirkt, und auf diese Weise in der großen Kette des Naturalls mit fortwirkt. Die Sonne ist für das Erdenleben die Quelle alles Lebens, daher können wir das Licht als den Körper des allgemeinen Naturlebens ansehn, und einen Antheil des Lichtes als nothwendige Bedingung des Lebens eines jeden Naturwesens — eben so aber auch das stete Ausstrahlen dieses modificirten Lichtes aus jedem lebenden Naturwesen als aus einem Centrum, nach eines jeden Lebensgrad und Energie des in seinen Kreis kommenden Lebens erregend — annehmen. Auf diesem Lichtleben der Natur im allgemeinen und in dem individuellen Naturwesen beruht demnach das allgemeine magnetische Leben, und die allgemeine magnetische Wechselwirkung.

Hierbey ist aber zu unterscheiden eine quantitative und qualitative Verschiedenheit der Einwirkung. Letztere beruhet auf dem eigenthümlichen Leben der einfachern und allgemeinern Stoffe und der nächsten Zusammensetzungen. In der Natur giebt es keinen absoluten Tod, ein Herabsteigen zu einem geringern Grade des Lebens.

Beym Menschen gestaltet sich das magnetische Leben eigenthümlich und in vielen Stücken anders als bey den übrigen Naturwesen, indem er sich von allen übrigen besonders durch die ihm einwohnende, unsterbliche Seele unterscheidet. Bey diesen müssen in den magne-

tischen Erscheinungen verschiedene Classen und Grade unterschieden werden. Die magnetische Erscheinung geht entweder in den Menschen ein, oder von ihm aus; u. s. w.

Elektro-Magnetismus (Electro-Magnetismus, Electro-Magnetisme) (N. A.). Darunter versteht man denjenigen Magnetismus, welcher mit der Elektricität und ihrer Wirkung in einer wesentlichen Verbindung steht, und aus selbiger unter gewissen Umständen sich entwickelt. Gleich bey der Entdeckung dieses wichtigen Gegenstandes wurde derselben der Name elektrochemischer Magnetismus gegeben; allein dieser Ausdruck wurde mit Recht verworfen, da bey diesen Erscheinungen keine chemischen Wirkungen zu erkennen sind, wie in der Folge wird gezeigt werden. Ob nun gleich der Name Elektro-Magnetismus sehr passend gewählt zu seyn scheint, so kann doch derselbe nach Herrn Ampère wenigstens in seiner Allgemeinheit nicht beybehalten werden. Es sey zwar die vom Herrn Prof. Oerstedt zu Kopenhagen gemachte wichtige Entdeckung das erste Beyspiel einer Wirkung in die Ferne durch eine galvanische Säule, bey welcher der Kreis vollkommen geschlossen sey; und da diese Wirkung sich der Beobachtung zuerst auf den Magnet dargeboten, so habe man der neuen daraus hervorgehenden Reihe von Erscheinungen, den Namen der elektro-magnetischen gegeben; allein da man auch Aeußerungen einer Wirkung in die Ferne durch Galvanische Leiter, ganz unabhängig von der Mitwirkung eines Magnets, entdeckt habe, so ließe sich wohl der Name, elektro-magnetische Erscheinungen, bloß für diejenigen noch fortgebrauchen, die durch Aufeinanderwirken der Magneten und Leitern veranlaßt wurden, wenn man glaubte, sie als völlig unterschieden von den Erscheinungen ansehen zu müssen, welche der Wirkung der Elektricität allein ihren Ursprung verdankten. In allen Fällen aber werde man

dieselben mit dem generischen Namen der elektro-dynamischen bezeichnen können.

Daß der Magnetismus mit der Elektricität wegen ihrer ähnlichen Wirkung von mehreren Naturforschern als identisch ist betrachtet worden, ist bereits B. III. S. 462. angeführt. Durch eine im Jahre 1774 von der Königl. Baierschen Akademie der Wissenschaften aufgegebene und 1776 wiederholte Preisfrage: ob es eine wahre und physikalische Analogie zwischen der elektrischen und magnetischen Kraft gebe? veranlaßt, entstand die ebendaselbst angeführte schöne Abhandlung des Herrn van Swinden, worin er zeigt, daß Magnetismus und Elektricität zwey ganz verschiedenen Kräften folgen, daß sie nach verschiedenen Gesetzen wirken, die von ganz verschiedenen Ursachen abhängen, und daß ihr gegenseitiger Einfluß noch sehr räthselhaft sey. Von dieser Zeit an schien man sich von der Idee, daß Elektricität und Magnetismus von einerley Ursachen entstünden, abgelenkt zu haben. Indessen wurde bald darauf die von Galvani bekannte Entdeckung gemacht, durch welche so viele geheime Wirkungen der Natur, welche die mächtige elektrische Kraft hervorbringt, enthüllt wurden. Besonders gab sie den Schlüssel zu den Untersuchungen der wichtigsten chemischen Prozesse und der dabey die größte Rolle spielenden Imponderabilien. Durch das Hervorgehen der Volta'schen Säule brachte sie vorzüglich den thätigen Herrn Ritter auf den Gedanken, ob es nicht möglich sey, daß bey der einfachsten Galvanischen Verbindung zweyer Metalle die Elektricität zum wirkenden Magnetismus übergehen könne. Wirklich kündigte er auch im Jahre 1805 in seinem Systeme der elektrischen Körper als eine von ihm zuerst gemachte Entdeckung an, daß es ihm gelungen sey, eine mit einem Achathüthchen versehene Zink-Silbernadel, welche gar keine Spur von Elektricität gezeigt, als eine wirkliche Magnetnadel gefunden zu haben. Eine genauere Beleuchtung und sorgfältigere Wieder-

holung dieses Versuches aber, welches besonders vom Herrn Prof. Ermann *) geschah, bestätigte diese Ankündigung keineswegs. Außerdem hatte Herr Ritter schon vorher auf die Beziehungen zwischen Magnetismus und Elektricität, welche sich bey den großen meteorischen Erscheinungen der Gewitter, der Feuerkugeln, der Meteormassen und der Nordlichter vorfinden, aufmerksam gemacht **), und nach der Zeit wurden von ihm eine Reihe von Versuchen zur Ausmittelung der Verbindung der Elektricität mit dem Magnetismus angestellt, welche ihm folgende Resultate gaben ***):

1. Jeder Magnet ist ein Aequivalent eines Paares mit einander verbundener heterogener Metalle; seine verschiedenen Pole stellen gleichsam diese verschiedenen Metalle dar.

2. Er liefert, wie diese, Elektricität, und zwar sein einer Pol die positive, sein anderer die negative.

3. Eine Anzahl Magnete gaben bey gleichem Verfahren, eben so gut wie eine Volta'sche Säule, als eine Anzahl Paare verschiedener Metalle, Elektricität, und auf diese Art gelingt es, die von den Polen der einzelnen Magnete zusammengelieferten Elektricitäten am Elektrometer darzustellen.

4. Vermittelst dieser Elektricitäten bringt eine solche Säule von Magneten, nach Maaßgabe ihrer Stärke, alle diejenigen Wirkungen auf todte, wie auf lebende Körper hervor, welche eine gleich starke Volta'sche Säule gewöhnlicher Art ebenfalls hervorbringt.

5. Aus den Versuchen, welche dieses erweisen, ergiebt sich, daß am magnetischen Eisen der Südpol die positive, und der Nordpol die negative; am magnetisirten Stahl hingegen der Nordpol die positive und der Südpol die negative Elektricität giebt.

---

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XXVI. S. 1. ff.

**) Ebendaselbst. B. XV. S. 206 ff. B. XVI. S. 221 ff.

***) Voigt's Magazin für den neuesten Zustand der Naturkunde. B. XI. S. 254 f.

6. Dieselbe umgekehrte Vertheilung behaupten auch die durch die Magnetisirung polarisch veränderten Oxydabilitäten des magnetisirten Körpers; während am magnetisirten Eisen der Südpol der oxydirbarere, und der Nordpol der minder oxydirbare ist, ist am magnetisirten Stahle der Nordpol der oxydirbarere, und der Südpol der minder oxydirbare.

Bey allen diesen Bemühungen des für die Wissenschaften zu früh verstorbenen Ritter's wurde doch in Hinsicht der Wirkung der Elektricität auf den Magnetismus nichts gewonnen, als was bisher bekannt war. Endlich suchte der Herr Ober-Finanzrath von Kelin in einer akademischen Rede: Ueber Magnetismus und Elektricität, als identische Urkräfte zu zeigen, daß in dem Magnetismus und der Elektricität eine und dieselbe Kraft sich ausspreche, und man gar nicht nöthig habe, zwey einander entgegengesetzte elektrische Flüssigkeiten oder Materien zu fingiren. Vielmehr glaubt er, daß in den elektrischen und magnetischen Actionen die ersten Regungen und gleichsam den Kreislauf derselben sich aussprechen, wodurch Leben und Thätigkeit der ganzen Körperwelt hervorgebracht werde. Er sucht zu zeigen, daß zwey differente, sich wechselseitig hemmende, übrigens identische Kräfte in ihrem Wechselverhalten dieselben Modificationen und Bewegungen zulassen, welche wir sowohl bey magnetisirten als elektrisirten Körpern antreffen, und welche im Grunde alle auf das Anziehen des Ungleichnamigen, und auf das Abstoßen des Gleichnamigen zurückgeführt werden können. Dabey legt er neuere naturphilosophische Ideen in die Natur, welche nach ächten Kant'schen Ansichten gar nicht zugelassen werden können. Die Analogie zwischen Magnetismus und Elektricität weiset er auf viererley Art nach: 1. im Vorkommen beyder überhaupt. Sowohl die elektrischen Krystalle, als die magnetischen Metalle finden eine Auszeichnung darin, der symmetrischen Krystallbildung abhold sich zu beweisen; erstere, so wie die Magnet-

steine, werden mit mehreren Axen angetroffen, und immer nach dem Gesetze, daß darin niemals zwey gleichnamige Pole unmittelbar neben einander liegen. Auch das Licht wirkt bedingend zur Erweckung der magnetischen Kraft, und so wie die Elektricität, so scheint auch der Magnetismus nicht ohne Bedeutung in der Zusammensetzung der Aerolithe zu seyn. 2. Die Art, wie sowohl die Elektricität, als Magnetismus in den zugehörigen Körpern erregt und vernichtet werden, ist sich analog, und 3. besonders in der Art, wie sich beyde Kräfte in den Körpern vertheilen und in Thätigkeit setzen. 4. In der Zusammenwirkung beyder Kräfte, ja im Uebergange beyder in einander bey den meteorologischen Erscheinungen.

Aus diesem Angeführten wird man sich vollkommen überzeugen können, daß auch durch den Herrn v. Kelin nichts weiter über das Wesen der Elektricität und des Magnetismus, so wie über die Wechselwirkung beyder gegen einander gewonnen wurde, als was bisher schon von der Analogie derselben bekannt war. Noch mehr erhellet dieß aus dem Schlusse seiner Rede: indem er sagt, unsere Erde sey ein großer wärmeelektrischer Krystall, ein elektrischer Magnet, und er hege die Hoffnung, daß die Nordpol-Expedition uns wahrscheinlich das große Räthsel des Zusammenhanges und Uebergangs des Magnetismus und der Elektricität aufzuklären vermögen werde, während gegenwärtig jede neue Erscheinung, welche darauf Bezug habe, sorgfältig zu benutzen sey, um der Analogie beyder Kräfte so weit nachzuspüren, als nur immer geschehen könne.

Genauer und Erfahrungsgemäßer hat Herr Poisson*) die Analogie zwischen der Elektricität und dem Magnetismus zusammengestellt. Er bemerkt nämlich zuerst, daß nach der Annahme der meisten Physiker die

*) Annales de chimie et physique p. *Gay-Lussac* Tom. XXV. p. 113. übers. in den Annalen der Physik und Chemie, herausgeg. von Poggendorf. B. LXXVII. S. 201 ff.

elektrischen und magnetischen Erscheinungen von zwey imponderabeln Flüssigkeiten (+ E und — E, und + M und — M) abgeleitet werden, wobey das allgemeine Gesetz Statt finde, daß die Intensität der elektrischen und der magnetischen Kraft im umgekehrten Verhältnisse der Quadrate der Entfernungen wirke, wie Herr Coulomb durch seine Versuche erwiesen habe.

Außer diesem allgemeinen Gesetze hätten Elektricität und Magnetismus noch das mit einander gemein, daß man die für sie empfänglichen Körper in zwey Classen theilen könne, je nachdem diese auf längere oder kürzere Zeit den ihnen ertheilten elektrischen oder magnetischen Zustand bewahrten. In Bezug auf Elektricität nenne man diese Körper Leiter und Nichtleiter. In Ansehung der Magnetisirung magnetisirten sich einige Körper, wie z. B. weiches Eisen, welches nicht gedreht und gehärtet sey, durch einen nahen Magnet, und verliere bey der Entfernung des Magneten sogleich allen Magnetismus, so wie auch die Leiter alle Elektricität, die ihnen mitgetheilt sey, augenblicklich verlören. Andere dagegen, wie z. B. gehärteter Stahl, würden durch einen solchen Einfluß nicht magnetisch, behielten aber den durch andere Mittel erregten Magnetismus sehr lange, so wie die Nichtleiter ihre Elektricität auch durch andere Mittel als durch Mittheilung erhielten.

Dieß, sagt Herr Poisson, wären die hauptsächlichsten Analogien, welche die Erfahrung zwischen der Elektricität und dem Magnetismus nachgewiesen habe. Allein auf der andern Seite fänden auch wesentliche Verschiedenheiten zwischen ihnen Statt, welche nicht erlaubten, daß man die Theorie der Elektricität unmittelbar auf den Magnetismus anwenden könne.

Die Elektricität durchdringe alle Substanzen, sey es um diese frey zu durchströmen oder um sich ihren Theilchen anzuhängen; hingegen habe man den Magnetismus nur an einer geringen Anzahl von Körpern deutlich erkannt, wie im Eisen, Stahl, Nickel und Kobalt.

Die wichtige Entdeckung von der Wirksamkeit der Elektricität auf die Erregung des Magnetismus war erst im Jahre 1820 von dem verdienten Herrn Prof. Oerstedt in Kopenhagen gemacht, indem er Vorträge über den Galvanismus hielt. Er theilte dieselbe der gelehrten Welt in einem Programm mit *). In einem spätern Aufsatze aber gab er den Gang, auf welchem er zu dieser vorzüglichen Entdeckung gelangt war, bestimmter an β). Er führt nämlich an, daß er bereits im Jahre 1812 vermuthet habe, daß die elektrischen Kräfte in einem von den Zuständen, wo sie sehr gebunden vorkommen, einige Wirkung auf den Magnet als Magnet hervorbringen könnten. Allein diesen Gedanken hatte er aus mehreren angeführten Ursachen nicht mit dem gehörigen Eifer verfolgt, bis er erst wieder im Jahre 1820 durch seine Vorlesungen über Elektricität, Galvanismus und Magnetismus darauf gebracht wurde. Er entschloß sich daher, diese seine Vermuthung durch Versuche zu prüfen. Da er von der mit Glühen vergesellschafteten Entladung das meiste erwartete, so wurde ein sehr feiner Platindraht in die Kette da eingeschaltet, wo die Nadel untergestellt wurde. Die Wirkung war zwar, bemerkt Herr Oerstedt, unverkennbar, erschien ihm aber so verworren, daß er die weitere Untersuchung auf einige Zeit verschob, wo er mehr Muße zu haben hoffte. Endlich wurden diese Versuche im Anfange des Juli-Monates wieder aufgenommen und unausgesetzt verfolgt, bis er zu den in dem Programm bekannt gemachten Resultaten kam.

Da schon so viele würdige Physiker den Einfluß der Elektricität auf den Magnetismus längst geahndet hatten, und bisher keiner denselben durch wirkliche Erfah-

*) Experimenta circa efficaciam conflictus electrici in acum magneticam. Hafniae 21. Jul. 1820.

β) Zur Geschichte meiner frühern Arbeiten über diesen Gegenstand in Schweigger's Journal für Chemie u. Physik B. XXII. S. 199 ff.

rung nachweisen konnte, so machte natürlich diese so unerwartete Entdeckung Oerstedt's sehr vieles Aufsehen, und wegen der Wichtigkeit des Gegenstandes selbst verfolgten und erweiterten die Physiker und Chemiker aller civilisirten Völker dieselbe in einer so kurzen Zeit, daß die Nachwelt kein schöneres Muster vom beharrlichen Fleiße wird aufzuweisen haben.

Oerstedt's Entdeckung wurde an einer Volta'schen Säule gemacht, nachdem sie durch einen Leitungsdraht völlig geschlossen war, unter welchem eine frey schwebende gewöhnliche Magnetnadel sich befand, die mit einem Theile des Leitungsdrahtes völlig parallel, und mithin horizontal gebogen war. Auf diese Art kam die Magnetnadel so in Bewegung, daß sie unter dem vom negativen Ende des Galvanischen Apparates hervorkommenden Theile des verbindenden Drahtes nach Westen zu abwich. Diese Abweichung der Magnetnadel fand beständig Statt, der verbindende Draht mochte nach Osten oder nach Westen bewegt werden, wenn er nur immer der Magnetnadel parallel war. Ja diese Wirkung auf die Magnetnadel erfolgte durch Glas, durch Metalle, durch Holz, durch Wasser, durch Harz, durch töpferne Gefäße und durch Steine hindurch. Befand sich der verbindende Draht in einer horizontalen Ebene unter der Magnetnadel, so gingen alle angeführten Wirkungen nach entgegengesetzter Wirkung vor, als wenn er in einer über derselben befindlichen horizontalen Ebene war. Der Pol der Magnetnadel, unter welchem sich derjenige Theil des verbindenden Drahtes befand, in welchen die Elektricität des negativen Endes des galvanischen Apparates zunächst hineintrat, wich jetzt nach Osten ab.

Es wurde aber sehr bald gefunden, daß zur Einwirkung des galvanisch-elektrischen Stromes auf die Magnetnadel keine Volta'sche Säule nöthig war, sondern daß schon zu dieser Absicht ein aus einem einzigen Paar Elektromotore neuerer Einrichtung bestehender Ap-

parat völlig hinreichte. Nur kommt es hiebey vorzüglich darauf an, daß die Richtung des elektrischen Stromes genau bestimmt sey, weil hievon die durch selbigen bewirkten magnetischen Erscheinungen abhängen. Uebrigens hat man zur leichtern Beurtheilung und einfachern Auffassung derselben nur einen einzigen elektrischen Strom anzunehmen nöthig, welcher mit Franklin von dem Ueberflusse oder der positiven elektrischen Materie herrührt. Um aber alle mögliche Zweydeutigkeiten zu entfernen, die sich dabey ereignen können, und überhaupt alles, was diesen positiven elektrischen Strom in den geschlossenen elektromotorischen Apparaten betrifft, auf bestimmte Vorstellungen zu bringen, und alle Umstände genau zu erwägen, welche auf sein Einwirken auf die Magnetnadel Statt haben, ist nöthig, noch folgendes zu bemerken. Wenn die beyden Metalle, ein Zinkstreifen mit einem kupfernen Gefäße, in welchem die Flüssigkeit sich befindet, einen einfachen Volta'schen geschlossenen Kreis bildet, in welchem also der Zink positiv und das Kupfer in eben dem Grade negativ elektrisch wird, entsteht ein elektrischer Strom, der vom Kupfer zum Zink, und längs demselben in den feuchten Leiter fließt. Während des Geschlossenseyns des Kreises besteht also hiernach ein beständiges Umkreisen des positiven elektrischen Stromes vom Kupfergefäße zum Zinkstreifen und von da in die Feuchtigkeit u. s. f. In einer Volta'schen Batterie dagegen, welche durch Drähte oder Metallstreifen geschlossen worden, geht die Richtung des positiven elektrischen Stromes vom Zinkende, oder wo das Sauerstoffgas sich entwickelt, zu dem Kupferende oder dem Wasserstoffpole. In der Säule selbst geht zwar ebenfalls der elektrische Strom vom Kupfer zum Zinke, Plattenpaar für Plattenpaar, in dem Schließungsdrahte aber vom Zink zum Kupfer. Eine solche Entgegensetzung der Richtung findet vermöge der Natur der Kreisbewegung bey allem Umkreisen nach demselben Sinn in zwey entgegengesetzten Hälften des

Kreises Statt; und in diesem Falle ist der physische Grund, weil der Zink, wo er elektromotorisch wirkt, dem Kupfer die Elektricität entreißt, sie ihm aber wieder zuströmen läßt, wo bloß leitende Gemeinschaft mit dem Kupfer Statt findet. Wenn daher die Wirkung, welche der elektrische Strom des geschlossenen Volta'schen Kreises auf die Magnetnadel durch Ablenkung derselben aus der magnetischen Abweichungslinie ausübt, nicht bloß von der Richtung abhängt, welche er gegen die magnetischen Kräfte hat, sondern auch schon davon, ob er in der Richtung der Kräfte, welche den Nordpol antreiben, oder in der entgegengesetzten kommt; so müssen nothwendig alle Ablenkungen in dem einfachen Volta'schen geschlossenen Kreise unter übrigens ganz gleichen Umständen nach entgegengesetzten Richtungen, als in Schließungsdrähten Volta'scher Säulen vor sich gehen. Auch hat der Erfolg dieß wirklich gelehrt. Ueberdem ist, um alle Verwirrung zu vermeiden, noch zu erinnern nöthig, daß dasjenige, was wir an einem frey hängenden Magneten, oder einer Magnetnadel Nordpol nennen, von den Franzosen Südpol genennt wird, weil er als der vom Nordpole angezogene, mithin der ungleichnamige, auch so bezeichnet werden müsse; dagegen heißt bey den Franzosen derjenige Pol der Nordpol, den wir gewöhnlich Südpol nennen.

Die allererſten und einfachſten Erſcheinungen, aus welchen ſich nach und nach die mehr verwickelten ergeben haben, ſind diejenigen, welche die Declinationsnadel zeigt, und welche auch hier zuerſt angeführt werden ſollen. Ein gut eingerichteter einfacher Galvaniſcher Elektromotor iſt hierzu eben ſo wirkſam, als die wirkſamſte Volta'ſche Säule. Einen ſolchen einfachen Apparat hat beſonders der Herr Prof. Gilbert *) angegeben, und damit ſehr lehrreiche Verſuche angeſtellt. Einen andern einfachen Apparat dieſer Art, mit welchem alle

*) Annalen der Phyſik und Chemie. B. LXVI. S. 334. f.

Veränderungen der Erscheinungen an der Declinationsnadel sehr anschaulich gemacht werden können, hat Herr Prof. Pfaff zu Kiel *) angegeben. Herr Gilbert bemerkt ganz richtig, daß zwar der elektrische Strom, der durch einen feststehenden Draht hinfließt, immer nach einerley Richtung und bey fortwährender gleicher Wirksamkeit des elektromotorischen Apparates mit gleicher Stärke wirkt; allein seine Wirksamkeit auf die Magnetnadel in seiner Nähe wird dadurch sehr beschränkt, daß, sobald sich die Nadel dreht, der senkrechte Abstand ihrer Endpunkte von dem elektrischen in dem Drahte hinfließenden elektrischen Strome sich verändert. Damit nun die Nadel während ihres Drehens immer in einerley Abstand von dem elektrischen Strome erhalten werde, wählt man statt des Drahtes einen breiten Metallstreifen, der breiter, als die Magnetnadel lang ist, und läßt den elektrischen Strom durch selbigen so hinfließen, daß er die ganze Breite des Metallstreifens einnimmt, und stellt die Magnetnadel mitten um Streifen dicht über oder dicht unter demselben. Auf diese Art wirkt der elektrische Strom bey gleichem senkrechten Abstande von den Polen der Magnetnadel beständig auf einerley Art, und bloß die Winkel der drehenden Nadel verändern sich, welche sie mit dem magnetischen Meridiane und mit der Länge des Metallstreifens macht, in welchen die magnetischen und elektrischen Kräfte wirken.

Folgender einfacher Apparat entspricht sehr befriedigend diesen aufgestellten Ideen. Ein oder zwey Streifen gewalzter Zink, so lang als ihn Zinktafeln geben (18 Zoll), und ein zum Aufnehmen des feuchten Leiters bestimmtes schmales, zellenförmiges, rechtwinklichtparallelopipedisches Gefäß aus Kupfer, $\frac{1}{2}$'' weit, 3'' lang, und 4'' hoch, dessen ebener Boden ringsum über die Seitenwände $\frac{1}{4}$'' weit hervorragt, so daß es mit

*) Der Elektro-Magnetismus, eine historisch-kritische Darstellung der bisherigen Entdeckungen auf dem Gebiete desselben nebst eigenthümlichen Versuchen. Hamburg 1824. 8. S. 29. f.

Sicherheit steht, sind die beyden Elektromotore. Das kupferne Gefäß (Fig. 35.) D steht auf dem einen Ende des Zinkstreifens, dessen anderes Ende etwa 3 Zoll tief in die Flüssigkeit dieses Gefäßes eingetaucht wird, wenn der elektromotorische Kreis geschlossen werden soll. Wie der Zinkstreifen an drey Stellen rechtwinklicht gebogen ist, zeigt die Figur; die beyden Biegungen um die Mitte sind mehr bogenförmig als scharf, damit der Zink so stark federe, daß sich das obere rechtwinklicht gebogene Ende des Streifens willig in die Höhe drehen und in das kupferne Gefäß tauchen lasse, in diesem aber frey schwebend sich erhalte (wobey man durch Unterseßen einer nicht leitenden Substanz zu Hülfe kommen kann), so daß er ringsum mit dem feuchten Leiter, nirgends aber mit dem Kupfer in Berührung kommt. Das leßtere ist wesentlich nothwendig, und man darf während der Versuche es nicht unterlassen, sich davon zu überzeugen. Denn wenn der eigentliche Theil des Zinkstreifens mit dem Kupfer an irgend einer Stelle in Berührung kommt, hört augenblicklich alle elektromotorische Wirkung und alles Strömen der Elektricität auf. Uebrigens ist es in mehr als einer Absicht vortheilhaft, von diesem beschriebenen einfachen elektromotorischen Apparate eine doppelte Einrichtung zu besitzen. Bey der einen nämlich kann der Zinkstreifen aus zwey ihrer Länge nach mit einander verbundenen Streifen, jeder 18 Zoll lang und $1\frac{1}{2}$ Zoll breit zusammengeseßt seyn, indem der eine an ein Fußbrett fest gemacht, dann aufwärts gebogen, und hier mit dem andern zum Eintauchen in das kupferne Gefäß bestimmten Streifen fest zusammengebunden wird; bey der andern Einrichtung aber kann der 18 Zoll lange Zinkstreifen nur aus einem einzigen Stücke bestehen. Die erste Einrichtung ist besonders dieserwegen vortheilhaft, weil sich theils zwischen beyde Streifen andere Leiter bringen, theils aber auch die Platten besser reinigen, und sich gegen andere, vorzüglich wenn der eine zerfressen seyn sollte, sehr leicht

vertauschen lassen. Auch ist anzurathen, ganz reine metallische Zinkoberflächen anzuwenden.

Zum Messen der Größe der Ablenkungen der Magnetnadel dienet ein versilberter Messingkreis von 4 Zoll Durchmesser, auf welchem, einander gegenüber, zwey Eintheilungen in einzelne Grade, die eine von 2 Zoll, die andere von 1 Zoll Halbmesser aufgetragen sind. Der Mittelpunkt ist durchbohrt, so daß die Stahlspitze, welche die Magnetnadel tragen soll, eben hindurch geht; auch läßt sich in der Oeffnung selbst eine Stahlspitze einschrauben. Wenn die Magnetnadel über dem Zinkstreifen schweben soll, so liegt diese Scheibe auf dem Streifen auf, und wird von dem elektrischen Strome in derselben Richtung wie er durchflossen. Für Nadeln, die unter dem Streifen schweben, ist sie außer aller Berührung mit dem Zinke.

Für die Magnetnadeln befindet sich in der Mitte jedes der beyden horizontalen Theile des Zinkstreifens eine stählerne Spitze a, b so angebracht, daß, wenn die eingetheilte Scheibe auf denselben liegt, durch das Loch in ihrer Mitte die Spitze hindurch geht, und auf dieselbe die Magnetnadel aufgesetzt wird, damit sie ohngefähr 1 Linie Abstand über der Schraube schwebt. Um aber auch die Wirkung auf eine unter dem Zinkstreifen, in einer kleinen Entfernung von demselben frey schwebenden Magnetnadel mit Bequemlichkeit darstellen zu können, ist in dem lothrechten Theile B des Zinkstreifens ein Messingdraht eingeschraubt, welcher eine lothrechte Stahlspitze c trägt.

Die Declinations-Nadel zeigt an jedem Orte der Erde die durch den Erdmagnetismus bewirkte Richtung so lange unverändert an, als die magnetische Abweichungslinie sich an dem Orte nicht verändert. In dem beschriebenen einfachen elektromotorischen Apparate geht der elektrische Strom nach der Länge des Zinkstreifens vom Kupfergefäße ab bis zur Flüssigkeit, womit dieses Gefäß gefüllt ist. Diese bestimmte Richtung des elek-

trischen Stroms läßt sich also nach den verschiedenen Weltgegenden beliebig verändern, indem man nur nöthig hat, den ganzen Apparat horizontal durch Umdrehen in andere und andere Lagen gegen die magnetische Abweichungslinie zu bringen. Wenn man daher Versuche über die Einwirkung, welche die Richtung eines elektrischen Stroms gegen die mittlere Richtung der magnetischen Kräfte unsers Erdkörpers auf den Stand der Magnetnadel äußert, anstellen will, so darf man nur auf dem dazu bestimmten Tische die Lage der magnetischen Weltgegenden mit Linien bemerken, oder auch auf demselben eine nach Art der Windeisen auf einem Bogen Papier verfertigte Zeichnung der 16 oder 32 Hauptweltgegenden befestigen, so, daß die Linie von Nord nach Süd sich in der magnetischen Abweichungslinie befinde, und die Zeichnung die magnetischen Weltgegenden richtig nachweise. Mittelst einer solchen Nachweisung läßt sich dann der Apparat augenblicklich so stellen, daß der elektrische Strom des geschlossenen Galvanischen Kreises die mittleren die Nadel richtenden magnetischen Kräfte unter einem beliebigen Winkel durchkreuze.

Es befinde sich nun die Magnetnadel auf der Spitze in a über dem Zinkstreifen, oder vielmehr über dem auf ihm liegenden eingetheilten Messingkreise und deren Nullpunkte, in ungefähr 1 Linie Abstand schwebend, das kupferne Gefäß sey mit der nöthigen salzsauren Feuchtigkeit angefüllt, und es werde, der elektromotorische Kreis durch Eintauchen des obern Endes des Zinkstreifen in die Flüssigkeit geschlossen; so kommt es nun darauf an, in welcher Richtung der Weltgegend der elektrische Strom sich bewegt. Befindet sich der Apparat in einer solchen Lage, daß der elektrische Strom von Süden nach Norden hin sich bewegt, so wird die Magnetnadel nach Osten abgelenkt, d. h. der Nordpol geht nach Osten, und Südpol nach Westen. Im ersten Augenblicke der vollkommenen Schließung ist diese Ablenkung am größten; die Bewegung der Nadel selbst ist von einer bewunderns-

würdigen Art, nämlich gleichsam eine zuckende, und wird bey einem kräftigen elektromotorischen Apparate mit einer sehr großen Geschwindigkeit mehr, als um das doppelte, des Ablenkungswinkels erfolgen, bis endlich nach einer Reihe von abnehmenden Oscillationen die Nadel zur Ruhe kommt. Bey diesen Schwingungen der Magnetnadel ist aber zu bemerken, daß die Richtung der Magnetnadel, wenn sie zur Ruhe gekommen, niemals das Mittel zwischen den beyden Grenzpunkten ist, bis zu welchen sich die Schwingungen in jedem Augenblicke erstrecken, sondern vielmehr dem Grenzpunkte nach dem Orte hin, woher die Ablenkung erfolgte, und nach welchem die Nadel zurückkehrt, stets näher liegt, als nach dem andern Grenzpunkte, wohin die Ablenkung erfolgte, weil die stetig wirkende ablenkende Kraft des Schließungsstreifens ein Hinderniß abgiebt, daß sich die Nadel bey ihren Schwingungen nicht so weit nach demselben hin erstrecken konnte, als sie nach dem Gesetze des Beharrungszustandes würde gethan haben. Daher kommt es denn auch, daß, wenn ein sehr kräftiger elektrischer Strom sich durch den Schließungsstreifen ergießt, die Magnetnadel niemals in ihren rückgängigen Schwingungen, unter oder über ihm hinweg oder über ihm hinausgeht, und die Richtung im Ruhestande um so mehr von dem Mittel zwischen den beyden Grenzpunkten der Schwingungen abweicht, und dieselbe dem Orte, von welchem aus die Ablenkung erfolgte, um so näher liegt, je kräftiger der elektrische Strom ist; dagegen wird bey schwachen elektrischen Strömen die Magnetnadel gewöhnlich auch die Magnetnadel in ihrer rückgängigen Biegung auf die andere Seite des Schließungsstreifens kommen, und die Richtung derselben mehr das Mittel zwischen den Grenzpunkten der Schwingungen halten. Uebrigens läßt sich nichts Bestimmtes für die Größe der ursprünglichen Ablenkung, für die Anzahl und Geschwindigkeit der Schwingungen und für den Ruhestand der Magnetnadel angeben, indem hierbey so

mancherley Umstände mit ins Spiel kommen, welche sich schwerlich durch Zahlenwerthe bestimmen lassen, wie die Stärke des elektrischen Stromes, die von dem Elektromotor und dem Leitungsstreifen abhängt, die Länge der Magnetnadel und ihre magnetische Intensität. Nur die einzige Grenze, bis zu welcher die Ablenkung der Nadel in Hinsicht ihres Ruhestandes gebracht werden kann, läßt sich bestimmen; diese Grenze ist die Richtung der Magnetnadel auf den Schließungskreis des elektromotorischen Apparates senkrecht, mithin in dem angenommenen Falle die Richtung des Nordpols gerade nach dem magnetischen Osten; alle übrigen Richtungen der Magnetnadel liegen zwischen diesen Punkt und den Nordpunkt.

Dreht man den elektromotorischen Apparat vom magnetischen Mittagskreise um 90 Grade nach Westen fort, so daß der kupferne Kasten in Westen sich befindet, mithin der elektrische Strom von Westen nach Osten hinfließt, und die Richtung der Nadel unter einem rechten Winkel durchschneidet, so bleibt die Nadel in vollkommner Ruhe; aber sie hat eine größere magnetische Intensität erhalten, denn wird sie mit dem Finger aus ihrer Richtung seitwärts gedreht, so geht sie mit schnellern Schwingungen und rascher in dieselbe zurück, als wenn sie unter den gewöhnlichen Umständen zurückgekehrt seyn würde. Dreht man den elektromotorischen Apparat noch weiter um einen Quadranten fort, so daß der kupferne Kasten im magnetischen Süden sich befindet, mithin der elektrische Strom von Süden nach Norden fließt, so erfolgt Alles eben so, wie im ersten Falle, nur in Ansehung der Richtung im entgegengesetzten Sinn, indem diese nunmehr nach Westen hin sich erstreckt. Wird der Apparat noch weiter um einen Quadranten fortgedreht, mithin das kupferne Gefäß im magnetischen Osten sich befindet, und der elektrische Strom von Osten nach Westen hinfließt, so bleibt die Nadel, wie im zweyten Falle, ebenfalls in vollkommner Ruhe,

oder sie wird völlig umgedreht, durchläuft auch wohl mehrere Male die Schiffsrose, und kommt zuletzt, wenn der Elektromotor die gehörige Stärke besitzt, mit dem Nordpole gerade im Südpunkte zur Ruhe. In diesem letztern Falle haben die Herren Gilbert und Pfaff noch eine besondere Erscheinung wahrgenommen. In der Regel blieb die Magnetnadel in völliger Ruhe, einmal aber kam Herrn Gilbert folgender sonderbarer Fall vor: in seinen erstern Versuchen nämlich, bey welchen er statt des kupfernen Gefäßes einen Platintiegel angewandt hatte, war die ganze innere Fläche des Platins mit großen anhängenden Gasblasen so überzogen, daß er sich überhaupt wunderte noch Wirkung wahrzunehmen. Er wischte die Gasbläschen mit einem Glasstäbchen fort, und als er nun den Kreis schloß, setzte sich nach einigen Sekunden die Magnetnadel, anfangs sehr langsam, dann immer schneller in Bewegung, und vollendete so einen Umlauf, ob jedoch ganz, konnte er sich nicht mehr erinnern. Etwas Aehnliches erhielt er noch ein zweytes Mal, nachher aber nicht wieder. Herr Gilbert bemerkt, daß in dieser Lage des Apparates die den Nordpol der in a schwebenden Magnetnadel links ablenkende Kraft des elektrischen Stromes nach Süden gerichtet, mithin der magnetischen Kraft, welche den Nordpol antreibt, gerade entgegengesetzt sey. Von beyden Kräften seyn daher in jeder Lage der Nadel gleiche Theile zum Drehen der Nadel wirksam, und überwiege diese ablenkende Kraft die magnetische in irgend einer Lage, so müsse das, dem Parallelogramm der Kräfte gemäß, in jeder andern ebenfalls der Fall seyn. Es wäre dann nur darauf angekommen, daß die Nadel sich zu bewegen angefangen habe, so hätte sie bis 180° Ablenkung beschleunigt fortgehen, und alsdann, vermöge der erlangten Geschwindigkeit, den andern Halbkreis ganz oder größtentheils durchlaufen müssen. Ueberwiege aber die magnetische Kraft die ablenkende elektrische, so könne ein solcher Erfolg nie eintreten.

Dieser Versuch scheine daher ein gutes Mittel abzugeben, zu prüfen, welche von beyden Kräften die stärkere sey. Man gebe nur dem Apparate eine solche Lage, daß der elektrische Strom von West nach Ost unterhalb der Nadel fortfließe, und drehe dieselbe mit dem Finger aus dem magnetischen Meridian. Sey die ablenkende elektrische Kraft die stärkere, so müsse die Nadel sich weiter drehen und der Nordpol durch Süd hindurch beynahe einen vollen Umlauf machen: wo nicht, so gehe er zu Nord zurück und komme hier zur Ruhe. Auch bey den Versuchen des Herrn Pfaff zeigte sich einmal, daß, unerachtet die erste große Schwingung in der Richtung nach Osten erfolgt war, welche jedoch weit über den Südpunkt hinaus in die westliche Hälfte sich erstreckt hatte, die Nadel in der westlichen Region, nämlich 10° S. gen West zu beharrte, so daß, von der ursprünglichen Richtung der Abweichung ausgerechnet, diese in ihrer ganzen Größe 190° betrug.

Wenn der leitende Zinkstreifen des Galvanischen Apparates mit der Magnadel so verbunden ist, daß der elektrische Strom über der Nadel wegstreicht, so erfolgen alle diejenigen Erscheinungen, wie bey dem Falle, wo der Strom unter der Nadel sich fortbewegt, nur in Ansehung der Richtung der Bewegung und der Abweichung des endlichen Ruhestandes auf die gerade entgegengesetzte, in Hinsicht der übrigen Erscheinungen aber ganz auf dieselbe Art.

Wird bey jedesmaliger Stellung und Fortbewegung des elektromotorischen Apparates die leitende Verbindung nicht unterbrochen, so erfolgen bey Umdrehung desselben durch alle Richtungen der Weltgegenden die abwechselnden und veränderten Bewegungen der Magnetnadel auf eine sehr interessante Weise nach einander. Fängt man nämlich mit der Stellung des Apparates und seiner leitenden Verbindung im magnetischen Meridian an, so daß das kupferne Gefäß im magnetischen Norden, und die Magnetnadel unter der Leitung sich befindet, mithin

der magnetische Strom über derselben hinweggeht; [s]
wird die Nadel, wie bekannt, nach Westen abgelenkt
und wird, wenn die Drehung in dem kupfernen Ge-
fäße in der Richtung nach Osten geschieht, dem kupfer-
nen Gefäße zunächst gelegenen Ende des leitenden Strei-
fens ununterbrochen folgen, und scheinbar von demselben
mit fortgezogen werden, und auf diese Art von Westen
aus durch alle Weltgegenden nach Norden, Osten und
durch Süden hindurchgehen, und dabey bey jeder Stel-
lung des leitenden Zinkstreifens in irgend einem Quad-
ranten dieselbe Richtung und Ablenkung besitzen, welche
sie vorher bey der augenblicklichen Schließung nach wie-
derholten Schwingungen angenommen hatte. Erfolgt
die Drehung des Apparates in entgegengesetzter Rich-
tung von Norden nach Westen, so wird vielmehr der
Nordpol der Magnetnadel scheinbar abgestoßen und von
dem nach Norden gerichteten Ende des Schließungs-
streifens vor sich hergetrieben, um jedesmal diejenige
Stellung zu erhalten, welche er bey der unmittelbaren
Schließung erhalten haben würde.

Bey allen bisher angeführten Versuchen und den
sich daraus ergebenden Resultaten hat man aber noch
zu erwägen und zu bemerken, daß die Größe der Ab-
lenkungen und der ersten Oscillationen im Augenblicke
der Schließung, so wie die Geschwindigkeit der Nadel
vorzüglich von der Stärke der Elektromotoren, der Ei-
genschaft der Magnetnadel, von dem leitenden Schließungs-
metalle und mehreren andern Umständen abhängt. Die
Verschiedenheit dieser Umstände werden daher ganz ver-
schiedene Resultate in Ansehung jener Größe geben.
Ueberdem ist auch die Einwirkung des Tellurischen Mag-
netismus auf die Magnetnadel zu beachten, wodurch ver-
hindert wird, daß die Magnetnadel in manchen Lagen
des elektromotorischen Apparates in keine so große Ab-
lenkung kommen kann. Denn der jedesmalige Ruhe-
stand der Magnetnadel entsteht durch das Gleichgewicht
der ablenkenden Kraft des elektromotorischen Apparates

und der den Nordpol antreibenden Kraft des Telluriſchen Magnetismus, welche in jeder Stelle eine andere iſt. Wie ſehr die Reſultate ſolcher Verſuche von einander abweichen, füge ich diejenigen in einer Tafel bey, welche die Herren Gilbert und Pfaff durch ihre Verſuche unter gleichen Umſtänden erhalten haben. Letzterer hat beſonders unter einer großen Reihe von Verſuchen nur diejenigen Reſultate ausgehoben, die ihm am regelmäßigſten zu ſeyn ſchienen, und ſelbſt hiervon das Mittel genommen. Man findet in der Columne

A die magnetiſche Weltgegend, wo das kupferne Gefäß ſtand, aus welcher alſo der elektriſche Strom herkam;

die zweyte Columne B giebt den dieſer Richtung entſprechenden Winkel des elektriſchen Stromes mit der magnetiſchen Mittagslinie an;

die dritte Columne C endlich zeigt die Größe des Winkels an, welchen die Magnetnadel in ihrer zur Ruhe gekommnen neuen Lage mit dem leitenden Metalle macht, alſo die Ablenkung in Bezug auf dieſen. Die acht Figuren von Fig. 36 bis 40. zeigen dieſe verſchiedenen Richtungen der Magnetnadel und zugleich den Standort des kupfernen Gefäßes

A	B		C	
	Gilbert	Pfaff	Gilbert	Pfaff
1. Süd.	50. 42.	75 O.	50. 42.	75 O.
2. SW.	75.	80 O.	30.	35 O.
3. Weſt.	0.	180		90
4. NW.	75.	80 W.	30.	35 W.
5. Nord.	40. 42.	75 W.	40. 42.	75 W.
6. NO.	15.	35 W.	60.	80 W.
7. Oſt.	0.	0	0.	0
8. SO.	15.	35 O.	60.	80 O.

Der Herr Conſiſtor. Secr. Bechſtein *) in Altenb. hat in mehreren Weltgegenden, als die Herren Gilbert und Pfaff Verſuche mit Hülfe eines elektromotoriſchen

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LXVII. S. 140 f.

Apparates, welcher dem von Gilbert angegebenen ganz ähnlich ist, angestellt, und in Ansehung der Ablenkungen der Magnetnadel mit eben den angeführten ziemlich übereinstimmende Resultate gefunden. Die größte östliche Ablenkung der Magnetnadel zeigte sich, wenn das kupferne Gefäß seinen Stand in WSW. hatte, nach welchem der elektrische Strom oberhalb der Nadel von ONO. hinfloß. Begierig zu wissen, ob in dieser Lage das Maximum der ablenkenden Kraft des galvanisch-elektrischen Stromes für die Magnetnadel sey, oder ob noch eine größere Ablenkung derselben erfolge, wenn z. B. das kupferne Gefäß in W. gen S. stehe, drehte er das Instrument sanft und ohne die geringste Erschütterung aus WSW. nach Westen zu. Aber augenblicklich ging nun auch die Nadel ganz langsam nach Norden zu und blieb ohne zu oscilliren auf o stehn. Dieser Stand blieb unverändert, er mochte die Kette wieder öffnen oder schließen. Der elektromotorische Apparat des Herrn Bechstein war daher zu schwach, als daß er einen ganzen Umlauf der Nadel hätte zu Stande bringen können.

Bey der Art, wie die angeführten Versuche über den Einfluß der Elektricität auf den Magnetismus sind angestellt worden, wird kein reines Resultat erhalten, sondern neben der Wirkung des Galvanischen Leiters ist auch die Wirkung der Erde auf den Magnet dabey thätig. Um also reine Resultate über die wirkende Kraft der Elektricität auf die Magnetnadel zu erhalten, muß man die störende Einwirkung des Erdmagnetismus zu entfernen suchen, welches durch einen Apparat bewerkstelligt werden kann, welcher den Namen astatische Nadel führt. Herr Ampère war der erste, der eine solche Vorrichtung angab. Sie besteht aus einer Magnetnadel, welche in ihrer Mitte mit einer auf ihr senkrechten Axe versehen ist, die sich vermöge eines Mechanismus, wie an den Fußgestellen der Fernröhre, mittelst zweyer Stellschrauben in jede beliebige

Lage bringen läßt. Die Magnetnadel kann sich bloß in einer auf dieser Axe senkrechten Ebene bewegen, und sie muß so gearbeitet seyn, daß ihr Schwerpunkt genau in der Axe liegt, und daß sie vor dem Magnetisiren völlig äquilibrirt ist, und in jeder beliebigen Lage ruht. Wird sie alsdann magnetisirt, so besitzt man an selbiger ein Instrument, womit sich erstens nachweisen läßt, daß, so lange die Ebene, in welcher sich die Nadel bewegen kann, nicht senkrecht auf der Richtung der Neigungsnadel ist, der Erdmagnetismus die Nadel in diejenige Linie dieser Ebene zu bringen strebt, welche von allen der Richtung der Neigungsnadel am nächsten kommt, und das ist eben die Projection dieser Richtung auf jene Ebene. Giebt man also dann zweytens der Axe der Magnetnadel dieses Instruments eine solche Stellung, daß sie der Neigungsnadel parallel ist, folglich die Ebene, in welcher sich die Nadel bewegen kann, senkrecht auf der Richtung der Neigungsnadel ist, so hat der Erdmagnetismus keinen Einfluß weiter auf die Lage der Nadel, welche also durch diese Vorrichtung vollkommen astatisch wird. Außerdem besitzt dieß Instrument in der Ebene, in welcher sich die Magnetnadel bewegt, einen in Grade eingetheilten Kreis, in dessen Mittelpunkt sich die Axe der Magnetnadel befindet. An demselben sind in den entgegengesetzten Enden eines Durchmessers zwey kleine Glasstäbe befestigt, welche den Schließungsdraht der Volta'schen Säule zu halten dienen, der um seine richtende Einwirkung allein, ungestört von der Schwere und dem Erdmagnetismus, auf die Magnetnadel äußert. Herr Prof. Schmidt *) hat der astatischen Magnetnadel des Hrn. Ampère eine einfachere Form gegeben. Die Fig. 44. zeigt einen senkrechten Durchschnitt dieser Nadel in der Hälfte der natürlichen Größe. Die kreisförmige Scheibe AA von

*) Gilbert's Annalen der Physik und der physikal. Chemie. B. LXX. S. 244. ff.

Messing, welche zum Fußgestelle dient, ruht auf drey messingenen Stellschrauben, damit man sie, vermöge einer aufgesetzten Libelle horizontal stellen könne. Aus der Mitte derselben erhebt sich, als Träger, ein schmales Parallelepipedum BB, das sich oben in zwey Backen endiget, die ein Charnier bilden, um dessen Mittelpunkt die an ihrem Rande gezahnte runde Scheibe CC, durch die Schraube ohne Ende K, herumgetrieben werden kann. Die eine Seitenfläche der drehbaren Scheibe CC ist wenigstens zur Hälfte in Grade gehörig eingetheilt, und ein an dem Charnier befestigter Zeiger giebt die Stellung der Scheibe an. Ist diese auf 90°, wie die Figur annimmt, so befindet sich die Axe EE der Magnetnadel a b in einer horizontalen Lage; steht dagegen der Zeiger auf o, so steht die Axe der Magnetnadel vertical, und die Nadel selbst bewegt sich dann in einer horizontalen Ebene. Auf ähnliche Art kann man der Axe der Magnetnadel eine jede beliebige Stellung gegen den Horizont geben. Um ihr jede beliebige Stellung gegen den magnetischen Meridian zu geben, darf man nur das Fußgestelle des Instrumentes auf einem vorher horizontal gestellten Kreisbrete oder Meßtische sanft umdrehn. Dabey bemerke man Folgendes. In der verlängerten Ebene des Charniers CC befindet sich ein hinlänglich starker Träger D, und queer durch denselben geht unter einem rechten Winkel ein messingener Rahmen EE. Von diesem Rahmstücke zeigt die Figur eigentlich nur die Queerschnitte bey EE; zur bessern Erläuterung aber hat man durch die fein punktirten Linien den Längendurchschnitt des Rahmstückes angegeben, um anzudeuten, wie erstens die feine stählerne Axe der Magnetnadel in der Mitte desselben bey E, E ruht, und wie zweytens an dem Rande des Rahmens der eingetheilte Gradbogen, längs dessen die Magnetnadel spielt, bey c, c befestigt ist. Die Axe der Magnetnadel sowohl, als auch der von o bis zu 180° laufende Durchmesser des eingetheilten Gradbogens, befinden sich genau

in der verlängerten Ebene des drehbaren Kreises CC. Giebt man diesem durch die Schraube K die Richtung, bey der die Axe der Magnetnadel eine vertikale Richtung hat, und wendet das Instrument auf dem Reißbrete sanft um, bis die Nadel auf o oder einem beliebigen Abweichungspunkt einspielt, so kann man dann beym unveränderten Stande des Instrumentes, durch Umdrehung der Schraube A die Axe der Magnetnadel entweder in den magnetischen Meridian, oder unter jeden Winkel gegen denselben und gegen den Horizont stellen. Zur Versicherung, ob während eines Versuchs der Stand des Instruments sich nicht verändert habe, ist es gut auf dem Reißbrete, worauf das Ganze ruht, einen in 360 Grade getheilten Kreis zu verzeichnen, oder wenigstens ein Paar sich unter einem rechten Winkel schneidende gerade Linien zu ziehen, wovon die eine die magnetische Abweichung, die andere eine auf sie senkrechte Richtung angiebt. Legt man ein Lineal an einen auf der Fußplatte AA gezogenen Strich parallel mit der Ebene CC an, so muß die Schärfe des Lineals, wenn die horizontal spielende Magnetnadel auf o zeigt, mit der Linie im magnetischen Meridian, und wenn die Magnetnadel auf 90° weist, mit der auf dem magnetischen Meridian, und wenn die Magnetnadel auf 90° weist, mit der auf dem magnetischen Meridian senkrechten Linie übereinstimmen. An den Enden des von o nach 180° laufenden Durchmessers des eingetheilten Gradbogens cc, sind zwey messingene Hülsen G, G angeschraubt, in welchen sich zwey Glasröhren H, H sanft auf und niederschieben lassen; sie dienen zur Befestigung des parallel über der Magnetnadel laufenden Leitungsdrahtes cd, oder eines dünnen 3 bis 4 Linien breiten Messingstreifens FF. Dieser Streifen ist durchbrochen sowohl in der Mitte, wo die Axe der Magnetnadel frey spielen soll, ohne ihn zu berühren, als auch an den beyden Enden, wo man die Grade des eingetheilten Bogens und den Stand der Magnetnadel beobachten will. Die

Magnetnadel ist aus einer Uhrfeder verfertiget, 2‴ breit und 5″ pariser Ma. lang. Ihre Axe besteht aus gehärtetem Stahl, und endiget in sehr feine Spitzen, welche in Pfännchen von Glockengut laufen.

Die Güte des Werkzeuges hängt vorzüglich von der Empfindlichkeit der Magnetnadel, ihrer vollkommnen Aequilibrirung und der richtigen Stellung ihrer Axe ab.

Der Herr Prof. Pfaff in Kiel hatte durch die Güte des Herrn Prof. Schmidt zu Giessen von demselben Künstler Herrn Hoß eine solche astatische Magnetnadel erhalten, bey welcher sich noch diese Einrichtung befand, daß die Scheibe CC, durch deren Bewegung die Magnetnadel in jede beliebige Richtung gegen den Horizont gebracht werden kann, statt an einem festen parallelepipedischen Träger, an einem hohlen Cylinder B befestigt war, der um eine feststehende Axe gedreht werden konnte, so daß man der Magnetnadel zugleich jede Richtung in der Schifferrose zu geben im Stande war. Dieserwegen war auch die Fußplatte AA an ihrem kreisförmigen Rande genau eingetheilt, und ein von dem hohlen Cylinder ausgehender Zeiger wieß jedesmal den Stand genau an.

Wird die Scheibe CC so gestellt, daß der Zeiger auf o steht, so befindet sich der Kreis, an welchem die Nadel hin und her spielt, eine vertikale, die Drehungsaxe der Magnetnadel hingegen eine horizontale Lage, und in dieser Stellung kann die Magnetnadel als Neigungsnadel dienen. Wenn nun die Nadel mit Hülfe des hohlen Cylinders B durch alle Grade der Fußplatte AA um seine Axe gedreht wird, so sieht man auf eine angenehme Art die Neigung der Nadel beständig sich verändern. Hierbey giebt es zwey Lagen, in welchen die Magnetnadel die größte Abweichung von der lothrechten Richtung hat, nämlich diejenige (an jeder Seite des Kreises, durch welchen sie gedreht werden kann, eine), wo die Axe der Magnetnadel senkrecht auf die

Ebene des magnetischen Mittagskreises steht, und mithin die Ebene, in welcher die Magnetnadel schwingt, mit dem magnetischen Mittagskreise zusammenfällt. Wird nun der Cylinder und damit die Ebene des Kreises und die Magnetnadel aus diesen Stellungen nach einer oder nach der andern Seite gedreht, so nimmt die Neigung in beyden Fällen bey gleicher Drehung um gleich viel ab, d. h. die Stellung der Magnetnadel nähert sich nach und nach der lothrechten, und wenn genau die Ebene des Kreises in die Richtung vom magnetischen Mittagskreise nach Osten gebracht worden, d. h. wenn die Ebene, in welcher nun die Magnetnadel schwingt, senkrecht auf die Ebene des magnetischen Mittagskreises ist, so kommt die Magnetnadel mit ihrem Nordpol genau auf o, d. h. sie hat die lothrechte Richtung. Dieß ist zugleich das richtige Kennzeichen von der guten Beschaffenheit der Magnetnadel. Um dieses Instrument zu den damit anzustellenden Versuchen gehörig vorzubereiten, bringe man zuerst den Kreis mit der Magnetnadel in eine lothrechte Stellung, und bestimme durch Umdrehung des Cylinders B um seine Axe die vier Punkte in dem Umkreise der Platte AA, in deren zweyen die Ebene, in welcher die Nadel schwingt, die Richtung des magnetischen Mittagskreises, in den beyden andern die Richtung des magnetischen Aequators besitzt; hiernächst gebe man dem Kreise durch die Schraube K die nöthige Neigung, so daß die vorher horizontale Axe nun die Inclination habe, welche an diesem Orte die Neigungsnadel haben würde, und bringe den Kreis durch gehörige Drehung nach einem jener zwey Punkte in die Ebene des magnetischen Aequators. In diesem Falle hat die Axe der Magnetnadel die Richtung des magnetischen Mittagskreises, und die Nadel selbst schwingt in einer auf die Neigungsaxe senkrechten Ebene. Alle einwirkende Kraft der Erde hat nun aufgehört, und die Magnetnadel bleibt in jeder Lage, welche man ihr giebt, völlig ruhig.

Der mit einer solchen astatischen Magnetnadel anzustellende Hauptversuch ist nach Ampère nachzuweisen, daß der Winkel, unter welchem die Magnetnadel von einem elektrischen Strome welcher durch den Leitungsdraht fließt, aus ihrer Richtung abgelenkt wird, stets ein rechter ist, wenn die richtende Einwirkung des elektrischen Stromes auf die Magnetnadel ganz allein Einfluß hat. Dieses allgemeine Gesetz wurde auch durch die Versuche der Herrn Ampère, Schmidt und Pfaff bestätigt, kleine Abweichungen nicht gerechnet, welche von der Stärke oder Schwäche der Elektromotoren abhingen. Die von Hr. Pfaff mit der beschriebenen astatischen Magnetnadel angestellten Versuche geben ihm nämlich in den verschiedenen Lagen, in welcher er sie brachte, folgende Resultate:

1. Sie erhielt zuerst diese Stellung, daß das eine Ende nach Norden und das andere nach Süden hingerichtet war, und der elektrische Strom durch den breiten Verbindungsdraht ihrer Länge nach über sie hinweg ging. Es mochte nun der Nordpol unterwärts nach Süden hin, oder nach oben nordwärts sich befinden, die Ablenkung des Nordpols geschah in beyden Fällen, wenn der elektrische Strom von unten nach oben oder von Süden nach Norden ging, nach Westen durch eine mehr ruhige nicht zuckende Bewegung, ohne alles Hin- und Heroscilliren, die Größe der Ablenkung war etwas verschieden nach Verschiedenheit der Stärke des elektrischen Stromes, sie betrug gewöhnlich 90°, doch ging sie auch darüber hinaus um 5, 10, 15 ja bis auf 40°.

2. Wurde in beyden Fällen (der Nordpol mochte nämlich nach oben oder unten stehn) die Magnetnadel mit dem Nordpole um 10° nach Osten hingeführt, ehe die Kette geschlossen ward, so erfolgte die Ablenkung auch noch nach Westen, anfangs langsam, aber beschleunigt, so wie die Nadel in ihrer Bewegung unter den Leitungsdraht kam, und in diesem Falle betrug gewöhnlich die Ablenkung mehr, als ein rechter Winkel.

3. Wurde die Nadel vor Schließung der Kette 20, 30, 40° nach Osten seitwärts gestellt, so blieb sie ruhig.

4. Wurde die Nadel queer gerade von Osten nach Westen gestellt, mit dem Nordpole nach Osten, so wurde sie bey der eben angegebenen Richtung des elektrischen Stromes in der Richtung nach Süden in Bewegung gesetzt, durchlief zwey Quadranten und setzte sich mit dem Nordpole gerade nach Westen. Bey schwacher Thätigkeit des Apparates erfolgte auch wohl gar keine Bewegung.

5. War der Nordpol bereits in Westen, so blieb Alles in Ruhe.

6. Alles verhielt sich, was die Richtung der Bewegungen für jeden Pol und seinen endlichen Ruhestand betraf, auf eine gerade entgegengesetzte Weise, wenn der Strom in entgegengesetzter Richtung von Norden nach Süden ging.

Die bisherigen Versuche haben deutlich gezeigt, daß die Ablenkungen einer Declinations-Magnetnadel beständig die entgegengesetzten von einander sind, wenn die Leitung oberhalb und unterhalb derselben sich befindet, und der elektrische Strom in derselben Richtung, das eine Mal über derselben, das andere Mal unter derselben sich stark bewegt. Da nun der entgegengesetzte Zustand zweyer Wirkungen, durch die ihnen entsprechenden entgegengesetzten Kräfte nur denkbar ist, und diese nicht anders erfolgen können, als wenn die positiv wirkende Kraft durch den Uebergang aus o die negativ wirkende Kraft wird; so ließ sich schon bey diesen Erscheinungen vermuthen, daß es in Hinsicht der horizontalen Leitung eine gewisse Lage der Magnetnadel geben werde, in welcher gar keine Ablenkung derselben Statt findet, und daß diese Lage die Grenze von o des oberhalb und unterhalb seyn, mithin dahin fallen werde, wo die Axe der Magnetnadel mit der Axe der Leitung in einer und derselben horizontalen Ebene liegt. Der

Herr Professor Oersted hatte diesen Fall ganz richtig bestimmt, und durch Erfahrung dargethan. Er bemerkt nämlich, daß ein verbindender Draht, welcher sich in derselben horizontalen Ebene befindet, in welcher sich eine durch ein Gegengewicht äquilibrirte Magnetnadel bewegt, und dieser Nadel völlig parallel ist, dieselbe weder nach Osten noch nach Westen hin zum Ablenken zu bringen vermag, sondern daß er selbige bloß in der Neigungsebene schwanken mache, so daß der Pol, nahe bey welchem in dem Leitungsdrahte die negative elektrische Kraft herkomme, herunter gedruckt, wenn der Draht sich an der westlichen, dagegen herauf gedreht werde, wenn er sich an der östlichen Seite derselben befinde. Außer diesem Falle gab auch Oersted noch in seiner ersten Ankündigung einen andern an, in welchem ebenfalls keine Ablenkung der Magnetnadel vom magnetischen Abweichungskreise Statt findet, sondern bloß eine Bewegung derselben in der Neigungsebene erfolgt, und welcher zugleich auf Verschiedenheit besonderer Stellen in jeder Hälfte der Magnetnadel hinzuweisen schien. Wurde nämlich der verbindende Draht senkrecht auf die Ebene des magnetischen Meridians über oder unter der Magnetnadel angestellt, so wurde dieselbe weder aus dem Declinationskreise abgelenkt, noch auch niedergedruckt oder gehoben, ausgenommen wenn der Draht dem Pole ziemlich nahe kam. Dann aber wurde der Pol gehoben, wenn der elektrische Strom von Osten nach Westen ging (— E von Westen eintrat), im Gegentheil herabgedruckt, wenn der elektrische Strom von Westen nach Osten hinfloß (— E von Osten eintrat).

Da Oersted diese seine letzten Versuche mit keiner Inclinationsnadel angestellt hatte, so unternahm es Herr Gilbert *) zuerst, dergleichen anzustellen. Er gebrauchte dazu ein von dem Mechanikus Herrn Fuchs verfertigtes

*) Gilbert's Annalen der Physik ꝛc. B. LXVI. S. 358 f.

sehr einfaches Inclinatorium. Der Messingring, in welchem die 5 Zoll 3 Linien lange gut äquilibrirte Nadel in Carniol-Pfannen innerhalb eines in Viertel-Graden eingetheilten Kreises zwischen zwey Glasplatten schwebte, hing an einem konischen mit einem eingetheilten Azimuthalkreise versehenen Stifte, mittelst eines Doppelringes, war also nach allen Richtungen frey beweglich, und der Limbus leicht in die magnetische Abweichungsebene zu bringen. Die Nadel zeigte $70\frac{1}{4}$ bis $70\frac{1}{2}°$ Neigung. Es wurde ein starker leitender Messingdraht außen auf die Glasfläche des Inclinatoriums, mit der Magnetnadel parallel, das eine Mal etwas unter ihr, und ein zweytes Mal etwas über ihr, auf dem Glase an der Ostseite der Nadel so gehalten, daß er in allen vier Lagen etwa 4 Linien von der Nadel abstehen mochte. Das eine Ende des Drahtes wurde an das auf dem Tische stehende kupferne Gefäß angedruckt, an dem andern Ende das vordere Ende des Zinkstreifens gehalten, und der Kreis durch Eintauchen des hintern Endes desselben in die Flüssigkeit des kupfernen Gefäßes geschlossen. Es ging daher der elektrische Strom aus dem kupfernen Gefäße durch den Messingdraht nach dem Zinkstreifen hin. Der Erfolg der mit dieser Neigungsnadel gemachten Versuche war folgender:

1. Das kupferne Gefäß befand sich im magnetischen Süden, und es wurde das obere Ende des Drahtes mit demselben in Berührung gebracht, der Zinkstreifen aber mit dem untern Ende, so daß nach dem Schließen der elektrische Strom den Draht von oben nach unten (von Süd nach Nord) durchfloß. Befand sich nun der Draht östlich von der Nadel, ihr parallel, so bewegte sich der Nordpol herabwärts, und blieb bey 83 bis 87° Neigung ruhen, gleich viel ob sich der Draht unter oder über den beyden Polen befand. Dagegen machte der Draht westlich von der Nadel, ihr parallel, den Nordpol in beyden Lagen heraufwärts schwingen, und in 57 bis 60° Neigung ruhen.

2. Das kupferne Gefäß stand in magnetischen Norden, und es wurde so geschlossen, daß der elektrische Strom den Draht von Nord nach Süd, oder von unten nach oben durchfloß, hier machte der Draht östlich von der Nadel, ihr parallel, in beyden Lagen den Nordpol herabwärts schwingen, und bey 83 bis 87° ruhen; der Draht westlich von der Nadel, ihr parallel, trieb in beyden Lagen den Nordpol herauf und machte ihn bey 57° ruhen.

Der Herr Professor Ermann *) hat ebenfalls eine große Reihe von Versuchen mit der Neigungsnadel angestellt, deren Resultate er in zwey Tabellen zusammengestellt hat. Er gebrauchte bey seinen Versuchen eine vorzüglich gute, nach le Noir construirte, Borda'sche Neigungs-Bousole, welche geeignet war, die magnetischen Intensitäten in den verschiedenen Combinationen durch die Anzahl der Schwingungen zu messen. Seine Beobachtungen an dieser Inclinations-Bousole bilden zwey Classen, je nachdem die Nadel in einer auf den Meridian senkrechten Ebene, oder in der Ebene des Meridians selbst schwingt. Hier ist nur noch zu bemerken, daß des Herrn Ermann's elektromotorischer Apparat ein durch eine verdünnte Säure geschlossener einfacher elektrischer Kreis war, dessen elektromotorischer Theil aus drey Metallen (Zink, Stanniol, Silber) bestand, wobey er gegen die Volta'sche Theorie den vom Zinke kommenden Arm seines um den Pappstreifen geführten, den Zink und das Silber verbindenden Metallstreifen oder Draht für denjenigen nimmt, der die + E zuführt, da, wie bisher vorausgesetzt und angenommen worden, vielmehr die + E von dem Silber- oder Kupfergefäße ab durch den leitenden Metallstreifen nach der Flüssigkeit im Becher zuwärts strömt. Um also bey seinen angestellten Versuchen sich nicht zu ver-

*) Umrisse zu den physischen Verhältnissen den von dem Herrn Prof. Oersted entdeckten elektro-chemischen Magnetismus. Mit 2 Kupfert. Berlin 1821. 4. S. 37. ff.

wirren, sollen seine gefundenen Resultate auf die hier angenommene Volta'sche Ansicht zurückgebracht werden. Seinen ersten Versuchen zu Folge, welche er in seiner ersten Tafel mittheilt, war die Ebene, in welcher die Inclinations-Nadel frey schwung, auf den magnetischen Meridian senkrecht, mithin hatte die Nadel eine völlig lothrechte, nämlich mit dem Nordpol gegen die Erde gerichtet. Bey den Versuchen mit Einem Leiter war der Metallstreif der Nadel parallel, mithin ebenfalls vertikal, und zwar einmal ihr in Süden, und das andere Mal ihr in Norden; und die beyden Zuleiter waren einmal so geführt, daß die Nadel sich außerhalb, dann so, daß sie sich innerhalb des Galvanischen Bogens befand (indem sie über und unter ihr weggingen). Das mit dem Zink verbundene Ende des leitenden Streifens sey mit A bezeichnet, wobey also nach Volta's Ansicht an dem andern Ende desselben der elektrische Strom eintrat. Nach Herrn Ermann soll der auf o stehende Nordpol der Inclinations-Nadel folgende Ablenkungen gezeigt haben:

Der Streifen war		+ E trat also ein in den Streifen	Ablenkung der Nadel, als sie war außerhalb	innerhalb des Galvan. Bogens
in Süden der Nadel	A oben;	unten	$6\frac{1}{2}^{\circ}$ W.	8° W.
	unten;	oben	5 O.	$8\frac{1}{2}$ O.
in Norden der Nadel	A oben;	unten	6 W.	9 W.
	unten;	oben	$5\frac{1}{2}$ O.	8 O.

Zwischen zwey vertikalen Leitern, welche an ihrem einen Ende mit einander, und an ihren andern Enden einer mit dem Zinke, der andere mit dem Silberbecher verbunden waren, fand Ermann die Ablenkungen des Nordpols der Neigungsnadel auf diese Art:

	als + E eintrat an des Leiters	
	in Norden	in Süden von der Nadel
oberes Ende	11° W.	$10\frac{1}{2}^{\circ}$ O.
unteres Ende	$10\frac{1}{2}$ O.	$10\frac{1}{2}$ W.

In diesem Falle waren also die Ablenkungen der Nadel fast die doppelten der vorigen, eben weil die Leiter verdoppelt waren.

Befand sich dagegen die Neigungsnadel in der Ebene des magnetischen Mittagskreises, wo der gewöhnliche Neigungswinkel in Berlin die Größe von 69° hatte, und der Eine Leiter war der Metallstreif der Nadel parallel, und zwar ebenfalls das eine Mal ihr in Süden, und das andere Mal ihr in Norden, so erhielt Ermann aus seinen Versuchen folgende Resultate:

Der Streifen war		+ E trat also ein in den Streifen	Ablenkung der Nadel, als sie war außerhalb	innerhalb des Galvan. Bogens
in Westen	A oben;	unten	63°	$60\frac{1}{2}$°
	unten;	oben	$75\frac{1}{2}$°	79°
in Osten	A oben;	unten	$74\frac{1}{2}$°	$78\frac{1}{2}$°
	unten;	oben	62°	$60\frac{1}{2}$°

Es geben hier also die Zahlen, welche größer als 69° sind, vermehrte, die unter 69° sind, verminderte Neigung, oder im erstern Falle wurde die Nadel mehr herab, und im andern mehr aufwärts bewegt.

Zwischen zwey Leitern fand Ermann an der Neigungsnadel folgende Resultate:

als + E eintrat an des Leiters	in Westen	in Osten von der Nadel
oberes Ende	81°	82°
unteres Ende	$64\frac{1}{2}$°	$63\frac{1}{2}$°

Auch Herr Professor Pfaff in Kiel *) stellte Versuche mit der Neigungsnadel, und ähnliche mit der Nadel seiner astatischen Vorrichtung an. Der messingene, eingetheilte und mit Agathpfannen versehene Ring, in welchem die Neigungsnadel spielte, ruhete auf einer feinen stählernen Spitze, und hatte nach allen Seiten freye Bewegung. Statt daß der Leitungsdrahe in einerley Neigung neben der Nadel hingeführt wurde, bediente er sich eines horizontalen Verbindungsdrahtes, und ließ ihn auf jeder Seite in drey Lagen auf die Neigungsnadel wirken, nämlich ihrer Mitte, dann die obere nach Süden und die untere nach Norden hingerichtete Hälfte in der Mitte durchschneidend.

*) Der Elektro-Magnetismus. S. 40. §. 26 f.

1. Der Leitungsdraht auf der Weſtſeite der Nadel, der Strom von Norden nach Süden vermindert die Neigung; die Verminderung war am größten, wenn der horizontale Leitungsdraht die Mitte der Nordhälfte durchſchnitt, Hebung des Nordpols um 60° über die Horizontalebene; weniger betrug die Hebung des Nordpols, wenn der Leitungsdraht durch die Mitte der Nadel ging; am wenigſten, wenn er die Mitte der obern Hälfte durchſchnitt, wo ſich die Nadel nur um wenige Grade über den Horizont mit ihrem Nordpole erhob. Ging man daher an der Inclinationsnadel mit dem Leitungsdrahte von unten nach oben aufwärts, ſo ſenkte ſich der anfangs ſo hoch gehobene Nordpol allmählig wieder abwärts.

2. Der Leitungsdraht oſtwärts von der Nadel, der Strom von N. nach S. vermehrte Neigung, die Vermehrung oder die Senkung nach den verſchiedenen Stellungen des Leitungsdrahtes in demſelben Verhältniſſe gegen einander, wie unter 1 die Hebung: doch kam die Nadel nie bis zur ſenkrechten Stellung mit ihrem Nordpole nach unten.

3. Bey entgegengeſetzter Richtung des Stromes verhielt ſich in denſelben Lagen des Leitungsdrahtes, wie unter 1 und 2, die Neigungsveränderung auf die entgegengeſetzte Weiſe.

Die mit der aſtatiſchen Magnetnadel angeſtellten Verſuche nebſt ihren Reſultaten ſind folgende:

1. Der Kreis, an welchem die Nadel hin und her oscillirte, befand ſich in lothrechter Richtung und im magnetiſchen Meridiane, die Nadel wich alſo in dieſer Stellung am meiſten von der lothrechten Richtung ab, der Winkel, den ſie damit bildete, betrug 20½°, die Inclination alſo 69½°. Der Meſſingſtreifen durchſchnitt, als lothrechter Durchmeſſer des Kreiſes die Nadel in ihrem Mittelpunkte, und war mit ſeinen beyden Hälften gegen die beyden Hälften der Inclinationsnadel unter einem Winkel von 20½° geneigt. Befand ſich der

Draht westwärts von der Nadel (diese also ostwärts von ihm) und der elektrische Strom ging dem Messingstreifen entlang von oben nach unten, so wurde die Inclination vermehrt, d. h. die Nadel ging mit ihrem Nordpole abwärts; befand sich dagegen der Messingstreifen ostwärts von der Nadel, so wurde die Inclination vermindert, d. h. der Nordpol ging aufwärts. Bey umgekehrter Richtung des Stromes verhielt sich für dieselbe Lage Alles auf die entgegengesetzte Art.

2. Nun versetzte Herr Pfaff durch Drehung die Kreisebene in eine auf die Richtung des magnetischen Meridians senkrechte Lage, welche nach vorn und nach hinten, oder richtiger auf der Süd- oder Nordseite des Instrumentes eintreten konnte. In jeder derselben stand die Nadel lothrecht, und nach der Einrichtung des Instrumentes konnte nur der elektrische Strom in derselben lothrechten Richtung vor oder hinter der Nadel, durch den dazu vorgerichteten Draht oder Stab, auf- oder abwärts geleitet werden. Befand sich

a. der Leitungsdraht vor der Nadel, also bey der Stellung des Kreises an der Nordseite im Norden der Nadel; so wurde die Nadel, wenn der Strom abwärts ging, nach Westen, bey aufwärts gehendem Strome nach Osten abgelenkt.

b. Bey der entgegengesetzten Stellung, wenn nämlich der Kreis mit der Nadel auf der Südseite stand und der Draht hinter der Nadel, oder im Süden derselben sich befand, waren die Ablenkungen gerade die entgegengesetzten, bey abwärts gehendem Strome nach Osten, bey aufwärts gehendem nach Westen. Die Größe der erstern Oscillationen betrug bey der Anwendung von bloß zwey Platten von 8 Quadratzoll Oberfläche und Salmiakauflösung 10°, die Abweichung von der senkrechten Richtung 4°.

c. Wurde dagegen der Leitungsdraht, statt lothrecht und also parallel mit der Magnetnadel, in horizontaler und also auf die Nadel senkrechter Richtung geführt,

so fand nicht die geringste Bewegung der Nadel Statt, es mochte nun der Leitungsdraht dieselbe in der Mitte durchkreuzen, oder über die eine oder andere Hälfte derselben an einem beliebigen Punkte queer hingehen.

Diese genauen Versuche stimmen mit den des Herrn Prof. Ermann vollkommen zusammen. Bey Vergleichung derselben mit den von Gilbert oben angeführten aber findet sich ein Widerspruch, und es bemerkt daher Pfaff, daß er, nichts anders als einen Druckfehler in Gilbert's Annalen annehmen könne, wenn er bey östlicher Stellung des Leitungsdrahtes und der Richtung des Stromes von oben nach unten eine Zunahme der Inclination angebe, und zwar um so mehr, da auch die Theorie für diese Stellung eine verminderte Inclination, d. h. eine Erhaltung der Nadel fordere.

Der Herr Prof. Oersted suchte auch die Einwirkung eines lothrechten Leitungsdrahtes oder eines elektrischen Stromes, der nach dieser Richtung hinfließt, auf die Abweichungsmagnetnadel zu bestimmen. Dabey führt er zwey Fälle an, welche in Ansehung der senkrechten Lage des Leitungsdrahtes gegen gewisse bestimmte Stellen der Nadel verschieden sind, und auch auf die Nadel eine verschiedene Einwirkung haben. Der erste nämlich war dieser, wo der Pol, oder genauer die Endspitze der Nadel vor oder hinter dem Leitungsdrahte, und der zweyte, wo der senkrechte Leitungsdraht zur Seite der Nadel sich befand, und mithin im ersten Falle der elektrische Strom gleichsam in der Richtung der Axe, im zweyten aber von der Seite und daher senkrecht auf die Axe der Magnetnadel wirkte. Wurde im ersten Falle das obere Ende des Leitungsdrahtes mit dem negativen, und das untere Ende mit dem positiven Theile der Volta'schen Batterie verbunden, oder bewegte sich nach der bisherigen Bestimmung der elektrische Strom von oben nach unten, so bewegte sich der Pol der Nadel, welcher dem Leitungsdrahte gegenüber stand, nach Osten. Wenn daher auch in diesem Falle

die Ablenkung der Nadel nach der Bewegung des Nordpols bestimmt wird, so erfolgt bey der Einwirkung des lothrechten Leitungsdrahtes auf den ihm gerade gegenüberstehenden Nordpol die Ablenkung nach Osten, bey der Einwirkung auf den Südpol dagegen nach Westen. In dem zweyten Falle hingegen, wo der Leitungsdraht zur Seite der Nadel sich befand zwischen der Endspitze der Nadel und der Mitte, oder dem Drehungspunkte derselben, verhielt sich die Nadel in Ansehung der Bewegung auf eine entgegengesetzte Art, d. h. die Ablenkung des zunächst gelegenen Pols erfolgte jedesmal nach Westen. Erhielt das obere Ende des lothrechten Leitungsdrahtes die Elektricität vom positiven Ende der Säule, oder ging der elektrische Strom abwärts, so erfolgten die entgegengesetzten Erscheinungen.

Die Herren Prof. zu Genf, Pictet und de la Rive, welche Oersted's Versuche zuerst wiederholten, bestätigten auch diese Versuche; allein sie übersahen nach Herrn Pfaff's Bemerkung das ganz abweichende Verhalten des sogenannten intermediären Punktes von dem des Pols im engern Sinne oder der Endspitze der Nadel, und stellten die Erscheinungen als Anziehungen und Abstoßungen, nicht aber unter dem Gesichtspunkte von Ablenkungen dar. Eben daher erschien in ihren Versuchen das Verhalten der beyden Pole als ein entgegengesetztes, während Oersted's Formel für beyde Pole ein identisches (Abweichung nach Osten oder nach Westen) giebt. Selbst Gilbert *) schien den etwas dunkeln Vortrag Oersted's nicht vollkommen verstanden zu haben, und erklärte auch nicht das Verhalten des lothrechten Leitungsdrahtes gegen die Magnetnadel weiter. Ampère hingegen bestätigte Oersted's Versuche aufs vollkommenste **), und setzt noch hinzu, daß, wenn, statt den Leiter dem intermediären Punkte zwi-

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXVI. S. 357.

**) Ebendaselbst B. LXVII. S. 142 ff.

schen dem Pole und der Mitte der Nadel gegenüber zu stellen, derselbe jenseits des Pols von der Mitte der Nadel ausgehend gestellt wird, eine entgegengesetzte Wirkung, nämlich Ablenkung des Pols nach Osten, erhalten wird. Ueberdem veränderte er auch diese Versuche so, daß er eine kleine cylindrische Magnetnadel an einem Faden Coconseide aufhing, auf welche ein horizontaler Schließungsdraht bald auf den Nord-, bald auf den Südpol einwirkte; hier fand dieselbe Umkehrung und die Entgegensetzung Statt, bloß mit dem Unterschiede, daß sich, statt Ablenkung der Nadel, Anziehung und Abstoßung des Pols zeigte, je nachdem der horizontale Schließungsdraht queer nahe am Pole sich befand, oder nach der Mitte der Nadel zu vorüber- oder über den Pol hinausgeführt wurde. Zur bequemen Anstellung dieser Versuche hatte sich Ampère eigene Vorrichtungen ausgedacht.

Da besonders für die Theorie der elektromagnetischen Erscheinungen die Wirkung eines vertikalen Leitungsdrahtes, oder eines elektrischen Stromes, welcher in dieser Richtung hinfließt, auf die Magnetnadel sehr wichtig ist, so läßt sich leicht denken, daß sich mehrere Physiker die Mühe gegeben haben, die möglichst genauesten Versuche bey allen nur gedenkbaren Fällen über diesen Gegenstand anzustellen. Vorzüglich zeichnen sich hierin die Herren Poggendorf, Faraday, und besonders Pfaff aus. Letzterer verfolgte diese Erscheinungen mit Hülfe verschiedener Schließungsdrähte. Hierzu war ihm besonders sein von ihm beschriebener Apparat sehr vortheilhaft, indem er den lothrechten Schließungsdraht durch Umdrehen in alle mögliche Azimuthe stellen konnte, und eben dadurch in den Stand gesetzt ward, bey einem parallelepipedischen Schließungsdrahte allmählig die vier Hauptseiten und die vier Hauptkanten, bey einem cylindrischen Schließungsdrahte alle Durchmesser desselben, u. s. w. dem Pole der Magnetnadel gegenüber zu stellen. Außerdem konnte er durch

eine besondere Vorrichtung an seinem Instrumente die Magnetnadel bald mit ihrer West- bald mit ihrer Ostseite in jeder beliebigen Entfernung durch die leiseste Verrückung allmählig ihrer ganzen Länge nach an dem Schließungsdrahte hinführen. Die Magnetnagel war mit einem Achathüthchen versehen, höchst empfindlich, wog nur 24 Gran, und hatte eine Länge von 3″ 3‴ Paris. bey einer Breite von 1‴. Der kupferne Kasten des einfachen Elektromotors hatte 11″ im Quadrat und eine Tiefe von 2″ 3‴, und war mit einer ziemlich gesättigten Salmiakauflösung gefüllt: der lothrechte Schließungsdraht war ein Messingstreifen von $4\frac{1}{4}$‴ Breite und $\frac{1}{2}$‴ Dicke.

A. 1. Die breite Seite dieses Schließungsdrahtes ging gerade von Osten nach Westen, und die Nadel stand dicht hinter demselben, mit der Nordspitze gerade auf seine Mitte gerichtet. Ergoß sich der elektrische Strom von unten nach oben, so bewegte sich die Nadel im Augenblicke der Schließung 180° nach Osten, oscillirte rückwärts über 90° nach Westen, und kam, nach eben nicht sehr zahlreichen Schwingungen, etwa bey 45° östlicher Abweichung zur Ruhe; wurde die Nadel dem östlichen Rande des Messingstreifens näher gebracht, so war die Ablenkung etwas geringer, und stand sie dem westlichen Rande näher, so war die Ablenkung etwas stärker, als in jener ersten Lage.

2. Nun wurde die Nadel am östlichen Rande des Messingsstreifens vorwärts geschoben, so daß ihre Spitze der sehr schmalen nach Osten zugekehrten Seite gegenüber stand; die Ablenkung war immer noch östlich, oder scheinbare Abstoßung; beym allmähligen Fortbewegen der Nadel nahm aber die Ablenkung nach Osten immer mehr ab, und als endlich die Nadel mit ihrer Spitze anderthalb Linien über dem Metallstreifen hinaus stand, hörte alle Ablenkung nach Osten auf, und die Nadel zeigte ihre natürliche Richtung.

3. Bey noch weiterm Vorwärtsdrehen trat nun Ablenkung nach Westen, oder scheinbare Anziehung ein, und diese wurde immer stärker, je weiter die Nadel vorwärts bewegt wurde, und schien ihr Maximum erreicht zu haben, als der Metallstreifen seitwärts einem Punkte gegenüber stand, der etwa $\frac{2}{3}$ der Länge der einen Hälfte der Nadel von der Spitze abstand, nahm von da an bey weiterer Vorwärtsbewegung wieder ab, und ging wieder in vollkommene Ruhe über, als die Nadel mit ihrer Mitte dem Metalldrahte gegenüber stand.

4. Wurde die Nadel noch weiter vorwärts bewegt, so daß nun der Leitungsdraht an der Seite der Südhälfte stand, so stellte sich sogleich wieder Anziehung, d. h. Ablenkung des Südpols nach Westen (des Nordpols nach Osten), ein, die eben so, wie an der Nordhälfte, unter allmähligem Zunehmen bey langsamer Vorwärtsbewegung der Nadel ihr Maximum an jenem Punkte erreichte, der etwa $\frac{2}{3}$ der Länge der Hälfte von der Südspitze abstand, dann wieder abnahm, bis zu jenem neuen Indifferenzpunkte, der etwa $1\frac{1}{2}$ Linie von der Spitze entfernt lag, wo die Nadel ihre natürliche Richtung zeigte, und dann

5. eben so bey noch weiterm Vorwärtsschieben in die entgegengesetzte Veränderung, also Ablenkung des Südpols nach Osten (des Nordpols nach Westen), oder Abstoßung überging, die auch noch zu bemerken war, als die Spitze bereits über diesen Rand hinausgeführt worden war.

B. Wurde derselbe Versuch an der westlichen Seite des Leitungsdrahtes angestellt, oder befand sich dieser an der Ostseite der Nadel: so waren alle Erscheinungen, als Phänomene der Pole und der verschiedenen Punkte der Magnetnadel nach Osten oder nach Westen aufgefaßt, ganz dieselben, aber als Anziehungs- und Abstoßungserscheinungen in Beziehung auf den Messingstreifen verhielten sie sich auf eine entgegengesetzte

Weise; denn die neben dem Messingstreifen befindliche Nordspitze, indem sie ebenfalls nach Osten abgelenkt wurde, wurde von dem Leitungsstreifen gleichsam angezogen, bey weiterm Vorwärtsschieben, wo die Ablenkung nach Osten in die nach Westen überging, abgestoßen.

C. Alle Erscheinungen in Beziehung auf Anziehung, Abstoßung, östliche oder westliche Ablenkung, blieben ganz unverändert für dieselben Punkte der Magnetnadel dieselben, als der Apparat um 180° gedreht wurde, so daß nun die entgegengesetzte Fläche des Messingstreifens in unmittelbare Wechselwirkung mit denselben Punkten kam. Aus diesem Versuche sahe man, verglichen mit der Umkehrung der Erscheinungen, wenn der horizontale Leitungsstreifen ober- oder unterhalb der Magnetnadel hinlief, daß diese Umkehrung nicht davon herrühren konnte, daß das eine Mal die obere, das andere Mal die untere Fläche des Leitungsstreifens zunächst auf die Magnetnadel wirkte, sondern vielmehr davon, daß die Magnetnadel selbst, in Beziehung auf den Leitungsstreifen, die entgegengesetzten Flächen, das eine Mal nämlich demselben zunächst ihre obere, und das andere Mal ihre untere darbot.

D. Wurde der Apparat um einen Quadranten gedreht, so daß nun der parallelepipedalische Schließungsstreifen mit seinen breiten Seiten in der Ebene des magnetischen Meridians sich befand, und die Magnetnadel mit ihrem Nordpole der hintern ganz schmalen Fläche gegenüber gebracht; so fand bey aufwärts gehendem elektrischen Strome die östliche Abweichung ganz so wie A. 1. Statt. Bewegte sich nun die Nadel längs der nach Osten gerichteten breitern Seitenfläche des Messingstreifens vorwärts, so dauerte die östliche Ablenkung oder Abstoßung fort, auch dann noch, als der unter A. 2 näher bestimmte Indifferenzpunkt zwischen Anziehung und Abstoßung der Mitte der

breiten Seitenfläche gegenüber stand, und erst, als er über diese Mitte hinausgerückt war und beynahe dem vordern nördlichen Rande dieser Seitenfläche gegenüber stand, hörte die Ablenkung (Abstoßung) auf, die Magnetnadel zeigte ihre natürliche Richtung, und bey weiterm Vorwärtsschieben ging dann die östliche in die westliche Ablenkung, die Abstoßung in Anziehung über. An der nach Westen gekehrten breiten Fläche fand zwar dieselbe Art der Ablenkung Statt, welche aber nun, unter dem Gesichtspunkte der Anziehung und Abstoßung aufgefaßt, den entgegengesetzten Charakter hatte.

Herr Pfaff bemerkt dabey, daß, wenn man diese Fälle gehörig übersehe, man sehr bald erkenne, daß das Verhalten einer Magnetnadel rings um einen lothrechten Leitungsdraht überall gleich ist, oder die Ablenkung um seine Peripherie herum stets nach einer und derselben Seite geschieht. Herr Poggendorf *) hatte dieß Verhältniß zuerst bestimmt, und daraus einen Haupteinwurf gegen die Theorie fester magnetischer Axen abgeleitet. Hierbey gebrauchte er die Ausdrücke Rechts- und Linksabweichung der Magnetnadel, welche nur dann eine gewisse Bestimmung erhalten, wenn man den Pol, dessen Abweichung man angeben will, vom Ruhe- oder Drehpunkte der Magnetnadel aus betrachtet. Uebrigens aber übersah er das verschiedene Verhalten verschiedener Stellen der Nadel in dieser Hinsicht.

Weit glücklicher hatte Faraday **) dieß Verhältniß aus einander gesetzt, indem von ihm die Versuche auf eine ähnliche Art, wie sie Herr Pfaff (A. B. C.) beschrieben hat, sind angestellt worden, wobey er zugleich das verschiedene Verhalten verschiedener Punkte der Magnetnadel durch angemessene lineäre Darstellungen erläutert. Pfaff fand hierbey aber einen auffallenden

*) Jahrb. 1821. I. S. 687.

**) Gilbert's Annalen der Physik ꝛc. B. LXXI. S. 128.

Irrthum, welchen Faraday begangen hatte, und welcher nicht allein in jenen Darstellungen, sondern auch in seiner Erklärung liegt. Er behauptete nämlich, daß diejenigen Punkte einer horizontal schwebenden Magnetnadel, welche die beyden Hälften derselben gegen eine und dieselbe Seite des lothrechten Schließungsdrahtes in verschiedenen Lagen haben, eine anziehende und abstoßende Kraft zeigten. Wenn z. B. eine Magnetnadel, welche seitwärts an einem lothrechten Schließungsdrahte sich befindet, von ihrer Mitte aus so zurückgezogen werde, daß der von demselben angezogene Nordpol dadurch dem Drahte immer näher komme, so nehme anfänglich die Anziehung zu, dann aber wieder ab, gehe dann durch einen Indifferenzpunkt in Zurückstoßung über, ob sich gleich die Nadel immer noch an derselben Seite des Drahtes befinde. Mit der Südhälfte der Nadel finde aber das Umgekehrte Statt; bewege man nämlich die Nadel so vorwärts, daß die Südspitze dem senkrechten Leitungsdrahte immer näher komme, so erfolge für den angenommenen Fall eine Abstoßung, welche erst zu- und dann wieder abnehme, und durch einen Indifferenzpunkt hindurch in eine Anziehung sich umändere.

Zur bequemen und leichten Anstellung aller bisher angeführten Versuche über dem Elektromagnetismus, so wie auch der noch folgenden anzugebenden, findet man einen einfachen Apparat, welcher in den Lehrvorträgen des College de France gebraucht wird, im Handbuche der dynamischen Elektricität von J. F. Demonferrand, übers. von Theod. Fechner. Leipzig 1824. S. 208 ff. Tab. V.

Bey den so verschiedenen Lagen des Magnets und des Leitungsdrahtes, welchen ein elektrischer Strom durchfließt, wodurch so mannigfaltig verwickelte bisher beschriebene Phänomene in Ansehung der Bewegung der Magnetnadel erfolgten, war es wohl natürlich, daß man gleich anfänglich darauf dachte, ein gewisses allgemeines Schema festzusetzen, wodurch man in den

Stand gesetzt wurde, alle Erscheinungen durch feste Ausdrücke richtig und genau zu bestimmen. Schon Oersted, welcher überhaupt bey allen seinen physischen Untersuchungen dem Dualismus hold ist, suchte ein allgemeines Gesetz für die Wechselwirkung der Pole festzusetzen. Seine Formel ist folgende:

Der Pol, über welchem die negative Elektricität eintritt, wird nach Westen, der Pol, unter welchem sie eintritt, nach Osten zu gedreht; der Pol, neben welchem die negative Elektricität eintritt, wird herunter gedruckt, wenn der Leitungsdraht an der westlichen, dagegen gehoben wird, und er an der östlichen Seite sich befindet; in dem lothrechten Leitungsdrahte endlich wird der Pol, der sich demselben gegenüber befindet, nach Osten hin bewegt, wenn die negative Elektricität von oben eintritt; ein Punkt in der Nadel dagegen, welcher zwischen dem Pole und dem Mittelpunkte der Nadel seitwärts liegt, wird nach Westen getrieben. Indessen umfaßte Oersted's Formel nicht alle wahrgenommenen Erscheinungen, und es war daher verdienstlich, daß Ampère eine kürzere und zweckmäßigere Formel aufstellte, welche er aber doch nur zur Bestimmung über die Bewegungen der Declinationsnadel, die durch einen mit ihr parallel fließenden elektrischen Strom bewirkt werden, festgesetzet hat. Diese seine Formel ist folgende: Wenn von den beyden Körpern (einem Magneten und einem geradlinigten Leiter eines elektrischen Stromes) der eine fest, der andere beweglich, jedoch bloß in einer auf der kleinsten Entfernung des Leiters von der Axe des Magneten senkrechten Ebene drehbar ist, so strebt der bewegliche sich so zu drehen, daß der Leiter und die Axe des Magneten mit einander rechte Winkel machen, und daß der sonst nach Norden weisende Pol des Magnets zur Linken von dem ist, was man gewöhnlich den Galvanischen Strom nennt, der entgegengesetzte Pol aber sich zur Rechten von diesem Strome befindet; wobey vorausgesetzt wird, daß die Linie, welche

die kürzeſte Entfernung des Leiters von der Axe des Magneten mißt, dieſe Axe zwiſchen den beyden Polen durchſchneide. Da in den Ausdrücken Links und Rechts immer noch etwas Unbeſtimmtes liegt, indem dieſelben bey einerley Richtung des elektriſchen Stromes eine ganz entgegengeſetzte Bedeutung haben können, je nachdem ſich der elektriſche Strom über oder unter der Nadel fortbewegt, ſo hat beſonders Gilbert dieß Unbeſtimmte durch folgende allgemeine Vorſtellung zu entfernen geſucht: Denkt man ſich eine menſchliche Figur in der Stelle des geradlinigten Leitungsdrahtes, mit dem Kopf nach der Seite zugekehrt, nach welcher der elektriſche Strom den Draht entlang ſich bewegt, und das Geſicht nach dem Nordpol der Nadel zu gewendet, ſo wird der Nordpol immer nach der linken Seite dieſer menſchlichen Figur zu abgelenkt werden. Hiernächſt zeigt auch Gilbert, daß dieſe Formel bey allen Lagen der Magnetnadel Statt finde. Hierbey bemerkt er beſonders noch, daß bey den Wirkungen des elektriſchen Stromes alles auf das Uebereinſtimmende oder Entgegengeſetzte in der Lage der Magnetnadeln gegen den elektriſchen Strom beruhe, ſo daß jederzeit die Bewegungen des elektriſchen Stromes oder der Nadel ſich umkehren oder entgegengeſetzt werden, wenn der Strom oder die Nadel nach Oben und Unten nach Rechts und Links ſich umkehren. Zur Erläuterung dieſer allgemeinen Formel der Linksabweichung führt er einen Verſuch an, welcher zugleich zu erkennen giebt, daß die Nadel beſtändig die Tendenz beſitzt, ſich mit der Richtung des elektriſchen Stromes unter einem rechten Winkel zu ſetzen. Er hatte ſich nämlich aus einem ſtarken Meſſingdrahte einen Kreis, welcher die Länge der Nadel zum Halbmeſſer hatte, bilden laſſen, gemacht; dieſer ſtand auf iſolirenden Füßen feſt, war an einer Seite offen, und hatte hier zwey geradlinigte Arme. Als die Nadel mit ihrer Spitze im Mittelpunkt geſtellt war, ſo daß beyde Pole dicht über oder beyde dicht unter dem Drahte ſchwebten, brachte er das Kupfergefäß ſei-

nes eben beſchriebenen Apparates mit dem einen dieſer geradlinigten Arme, den Zinkſtreifen mit dem andern in Berührung, und ſchloß nun den Volta'ſchen Kreis durch Eintauchen des andern Endes des Zinkſtreifen in die Flüſſigkeit des kupfernen Gefäßes. In beyden Lagen blieb die Nadel in Ruhe und wich weder nach Oſt noch nach Weſt. Da die Kreislinie auf allen Halbmeſſern ſenkrecht ſteht, ſo fiel bey dieſer Anordnung das Links von dem elektriſchen Strome ſtets in die Abweichungslinie des Magneten ſelbſt, giebt alſo die angegebene Regel für dieſen Fall unveränderten Stand der Ruhe.

Auch für die Bewegungen der Magnetnadel, welche durch die Einwirkung des elektriſchen Stromes alsdann erfolgen, wenn der Leitungsdraht in einerley Horizontalebene mit der Nadel neben derſelben parallel iſt, findet Gilbert's Formel Statt. Denn in dieſem Falle, ſagt Gilbert, liegt das Links in der lothrechten Linie durch den Nordpol, und es wird daher der elektriſche Strom in denſelben bloß ein Beſtreben anzuſteigen oder herabzuſinken bewirken. In dem Falle hingegen, wo die durch den lothrechten Verbindungsdraht bewirkten Ablenkungen der Nadel, die zugleich als Anziehungen und Abſtoßungen betrachtet werden können, findet Gilbert's Regel nach Pfaff's Meinung eine unüberwindlich ſchwierige Anwendung. Wenn der poſitive oder negative Pol der Declinationsnadel dem lothrechten Leitungsdrahte, in welchem der elektriſche Strom aufwärts ſich bewegt, gegenüberſteht, ſo bezieht ſich das Links für den Nordpol allerdings in dem erſten Falle nach Oſten, und in dem zweyten nach Weſten; denkt man ſich aber die Nadel ſeitwärts einem cylindriſchen lothrechten Leitungsdrahte geſtellt, ſo daß eine auf den magnetiſchen Meridian ſenkrechte Ebene dieſen durchſchneide, und an die vordere Spitze der Nadel ſtreife, oder auch etwas hinter derſelben ſie ſchneide, ſo müßte der Regel zu Folge die menſchliche Figur ſo geſtellt gedacht werden, daß

der linke ausgestreckte Arm gerade mit der natürlichen Lage der Magnetnadel zusammenfiele, und mithin gar keine Ablenkung erfolgte. Dieß behauptet auch Gilbert; allein die Erfahrung widerspricht demselben.

Endlich kann Gilbert's Regel auch bey der Neigungsnadel in den Fällen, wo der Leitungsdraht mit derselben parallel geht, angewendet werden, und es findet nach derselben, besonders in dem Falle bey östlicher Stellung des Leitungsdrahtes und der Richtung des elektrischen Stromes von oben nach unten, eine Erhebung des Nordpols der Neigungsnadel, mithin eine verminderte Inclination Statt, wobey Gilbert irrig eine Herabdrückung des Nordpols, oder eine vermehrte Neigung der Nadel angegeben hat.

Später hin hat Ampere noch eine allgemeine Regel angegeben, nach welcher nicht allein die bisher angeführten Bewegungen der Magnetnadel, sondern überhaupt alle möglich elektromagnetischen Erscheinungen, so wie sie für jeden gegebenen Fall erfolgen müssen, im voraus bestimmt werden können. Diese Regel gründet sich auf das von ihm entdeckte allgemeine Gesetz, daß zwey parallel nach einerley Richtung hinfließende elektrische Ströme sich anziehn, in entgegengesetzter Richtung parallel sich bewegende hingegen abstoßen, mit Zuziehung einer wahrgenommenen Vorstellung von der Richtung der elektrischen Ströme der Magnete, von welcher aber erst in der Folge geredet werden kann.

Es läßt sich sehr leicht denken, daß man gleich anfänglich nach der Entdeckung des Einflusses der sogenannten Galvanischen Elektricität auf den Magnetismus sein Augenmerk auch vorzüglich darauf lenkte, in welcher Verbindung die Verschiedenheit des elektromotorischen Apparates mit der Wirkung der Elektricität auf den Magnetismus überhaupt und insbesondere auf die Beschaffenheit und Größe desselben stehe. Die wichtige Entdeckung selbst hatte Oersted mit Hülfe eines mächtigen Galvanischen Apparates, welcher aus 20 recht-

eckigen kupfernen Zellen bestand, wovon jede 12 Zoll lang, 12 Zoll hoch und 2½ Zoll breit war, gemacht, indem er von der Idee ausging, daß eine Wirkung der Galvanischen Elektricität auf eine Magnetnadel nur alsdann erwartet werden könne, wenn der Leitungsdraht durch den elektromotorischen Apparat in glühenden Zustand versetzt würde. Allein Herr Prof. Schweigger α) zeigte zuerst, daß ein einfacher Elektromotor hinreichend sey, um die elektro-magnetischen Erscheinungen in einem auffallend hohen Grade zu zeigen. Sein Apparat bestand aus einem einzelnen Plattenpaare von Zink und Kupfer, welches an den entgegengesetzten Enden eines Clavierdrahtes, welcher über die Magnetnadel hinging, angelöthet in eine mit Ammoniak geschärfte Salmiakauflösung eingetaucht war; diesen einfachen Apparat fand er stärker wirkend, als eine Volta'sche Batterie von 60 und mehr 1½zolligen Platten. Ueberhaupt zeigten alle nachherigen Versuche, daß es nicht auf die Größe der elektrischen Spannung des Volta'schen Apparates, sondern besonders auf die Güte der Leitung, und vorzüglich auf die davon abhängende Menge von Elektricität, welche durch selbige binnen einer gewissen Zeit hindurchströmt, ankomme. Der Herr v. Kelin β) bemerkte, daß die Vergrößerung der Platten die Wirkung fast in geradem Verhältnisse der Flächengröße zu verstärken schiene, und führt dabey an, daß eine Säule von 50 Paaren ihm keine bedeutend größere Elongationen der Nadel gegeben habe, als Säulen von 30, ja von 10 Platten-Paaren. Auch versuchte er, die gewöhnliche trockene Zamboni'sche Säule anzuwenden; allein solche Säulen aus 5500 und aus 11000 Scheiben von 8 Paris. Linien Durchmesser brachten in einer 47 Linien langen und 69,6 Gran schweren Nadel gar keine Schwenkungen hervor. Daß die Intensität des

α) Neues Journal für Chemie und Physik. B. XXXI. S. 1.

β) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXVI. S. 324 und 397.

elektrischen Stromes eine größere Wirkung auf die Magnetnadel äußert, als die Spannung, haben mehrere Physiker durch abwechselnde Versuche bestimmt dargethan. Herr Prof. Schmidt *) besaß mehrere kupferne Kasten 5 Zoll ins Gevierte und 1 Zoll weit; diese konnte er erstens so zusammenbringen, daß die äußern Flächen aller Kasten unter sich in leitender Verbindung standen, so wie die eingehängten Zinkplatten. Zweitens konnte er aber auch dieselben Gefäße und ihre Zinkplatten nach Art eines Zellenapparates mit einander verbinden, und so eine Volta'sche Säule bilden. Drey Gefäße dieser Art, mit schwefelsaurem Wasser (1 — 60) gefüllt, gaben, als sie auf die erste Art zusammengestellt waren, 50° Ablenkung der Magnetnadel, zwey Gefäße 31°, ein Gefäß 17°. Verband er dagegen die drey Gefäße auf die zweyte Art zu einer Volta'schen Säule, so zeigte sich bey geschlossener Kette nur 18 bis 20° Ablenkung der Magnetnadel. Auch Davy β) fand, daß mehrere Elektromotoren zu einem einzigen vereint eine weit stärkere Wirkung hervorbrachten, als einzeln vertheilt. Er hatte 60 Zinkplatten, jede von zwey Kupferplatten umgeben, zu einer gewöhnlichen Volta'schen Säule aufgebauet, und bestimmte die Menge von Eisenfeile, welche ein Schließungsdraht von gegebener Dicke hängend erhielt. Darauf hatte er je zwey zu einer einzigen Combination verbunden, und den Apparat, welcher nun aus 30 Combinationen zusammengesetzt war, mit demselben Drahte geschlossen. Hier war die magnetische Wirkung mehr als doppelt so groß als vorher, indem der Draht mehr als die doppelte Menge Eisenfeile zurückhielt. Ueberdem schien ihm auch der durch die Galvanische Elektricität hervorgebrachte Magnetismus, wenn der Draht, welchen sie durchströmt, derselbe bleibt, genau in demselben Ver-

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXX. S. 230.

β) Ebendaselbst. B. LXXI. S. 231 ff.

hältnisse als die Hitze zu wachsen; ja die Hitze mochte noch so groß werden, so schadete sie der magnetischen Kraft nicht. Dieß zeigte sich deutlich, als er die Elektricität von 12 Volta'schen Batterien, jede von 10 Zinkplatten und der doppelten Menge Kupferplatten, nachdem er sie so angeordnet hatte, daß sie nur drey Batterien bildeten, durch einen dünnen Platinadraht hindurch leitete. Der Draht glühete so heftig, daß er nahe am Schmelzen war, und zeigte dennoch die stärksten magnetischen Wirkungen; er zog nicht nur große Massen von Eisenfeile, sondern selbst kleine Stahlnadeln aus einer bedeutenden Entfernung an.

Die Herren Professoren Moll *) und van Beek *) in Utrecht haben ebenfalls durch Versuche dargethan, daß große Trag-Apparate nur sehr schwach magnetisch wirken, ein einziges Paar sehr großer Elektromotore dagegen eine starke magnetische Kraft äußert. Nach van Beek wirkte ein mächtiger Trag-Apparat, nach der jetzt in England üblichen (Wollaston'schen) Einrichtung, aus 120 Platten-Paaren bestehend, deren Zinkplatten zusammengenommen eine Oberfläche von 12000 Centimeter (etwas über 11 Quadratfuß) hatten, und der die Kohle auf das glänzendste verbrannte, auf eine Magnetnadel lange nicht so stark, als ein einziges solches Platten-Paar, dessen Zinkplatte eine Oberfläche von 3600 Centimer (ohngefähr $3\frac{1}{2}$ Quadratfuß) hatte. Und als von jenem Apparate nur so viele Platten-Paare in Thätigkeit gesetzt wurden, daß die Summe der Zinkflächen der Zinkplatte des letztern an Oberfläche gleichkam, lenkten die Schließungsdrähte beyder eine unter denselben in gleichem Abstande gestellte Magnetnadel, jener nur um 12°, dieser um 60° ab. An einem einfachen, vom Herrn Oberst-Lieutenant Offerhaus erfundenen, elektromotorischen zusammengerollten Apparate von ohn-

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXIX. S. 200.

*) Ebendaselbst. B. LXVIII. S. 303.

gefähr 32 Quadratfuß Oberfläche zog nach dem Schließen der 3 Millimeter dicke messingene Schließungsdraht sehr lebhaft Eisenfeile an: sie hingen sich an ihn in dicken Troddeln, und fielen nicht eher als beym Oeffnen herab, und auf dem Papiere bildeten sie magnetische Figuren. Das einzelne elektromotorische Platten-Paar an 3600 Quadrat-Centimeter machte einen starken Messingdraht, womit es geschlossen wurde, sehr heiß, und einen Platinadraht von $\frac{1}{4}$ Millimeter Durchmesser glühen, gab lebhafte Funken, und wirkte auf eine 0,20 Meter oder $7\frac{1}{2}$ Zoll lange Magnetnadel so mächtig, daß, wenn der elektrische Strom in der Richtung des magnetischen Meridians über oder unter ihr hingeführt wurde, er sie um 70°, eine kleine sehr bewegliche Magnetnadel aber selbst um volle 90° nach Osten oder Westen ablenkte, als habe der Erdmagnetismus alle Kraft auf sie verloren.

Außer diesen angeführten Umständen fanden die Physiker sehr bald, daß auf die Bestimmung der Stärke und der Art der magnetischen Erscheinungen die Beschaffenheit des Leiters, durch welchen die in den Elektromotoren lebendig gewordene Elektricität hindurchströmt und ebendaselbst auf die Magnetnadel einwirkt, das meiste abhängt.

1. Beschaffenheit der festen Leiter.

Gleich bey der ersten Wiederholung von Oersted's Versuchen nahm von Relin *) wahr, daß die Länge des Leitungsdrahtes die Wirkung auf den Magnet nicht verminderte: Kupfer und Zink gaben ihm an einem zusammenhängenden Silberdrahte von 6 Wiener Ellen Länge dieselbe Intensität der Wirkung, als bey Draht von $\frac{1}{2}$ Elle. Auch feiner Eisen- oder Stahldraht, und reiner Nickeldraht konnte zur Leitung angewandt werden; er wirkte über oder unter dem Magnetkästchen wie Draht von Kupfer, Silber, Gold u. s. w. jedoch minder stark, und die Nadel ging ruhig und ohne bedeu-

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXVI. S. 397.

tendes Schwanken ihren Abweichungsgang. Die Herren Boeckmann *) und Poggendorf bemerkten, daß dicke Leitungsdrähte den dünnen vorzuziehen sind, und letzterer führt dabey noch an, daß die Magnetnadel bey einem dickern Leitungsdrahte erst nach mehreren schnellen Schwingungen in Ruhe komme, da sie bey schwächerm Drahte nach einer sanften Ablenkung fast ohne Schwingung ihr correspondirendes Azimuth erreiche. Genauer und bestimmter wurde dieser Gegenstand von Humph. Davy β) untersucht. Zwey Versuche, nach welchen er mittelst einer Entladung einer elektrischen Batterie durch Schwefelsäure, durch die Luft, eine Nadel entweder gar nicht, oder weniger magnetisch machen konnte, als mittelst einer Entladung durch einen Metalldraht, veranlaßten ihn zu einer Reihe von Versuchen, bey welchen er die Absicht hatte, etwas Bestimmtes über das Verhalten der verschiedenen Leiter für den Magnetismus, der durch die Elektricität erregt wird, auszumitteln. Vorzüglich war es ihm darum zu thun, welchen Einfluß die Länge, die Dicke, die Temperatur und andere Beschaffenheiten des Leiters auf die Größe der Leitung desselben haben. Da hiervon bereits unter dem Artikel: Leiter, Galvanischer, das Wesentlichste ist beygebracht worden, so muß ich die Leser auf diesen verweisen. In Ansehung des Magnetismus, welchen die Elektricität hervorbringt, fand Davy, daß in einem und demselben Leiter derselbe zugleich mit der Wärme zunimmt. Wenn aber die Leiter verschieden sind, so befolgt er ein ganz anderes Gesetz. Schließt man z. B. eine Volta'sche Batterie mit einer aus Drähten von verschiedenen Leitungsvermögen zusammengesetzte Kette, so zeigen diese Drähte alle gleiche magnetische Kräfte, und beladen sich mit gleichen Mengen Eisenfeile: so daß der Magnetismus in diesem Falle der Menge der Elektricität,

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXVIII. S. 4.

β) Ebendaselbst. B. LXXI. S. 241 ff.

welche die Drähte durch sich hindurch lassen, direct proportional zu seyn scheint. Und nimmt man bey einer sehr mächtigen Volta'schen Batterie Drähte von gleichen Durchmessern und Längen, von welchen der bestleitende die ganze Batterie nicht zu entladen vermag, und schließt mit ihnen einzeln und nach einander die Batterie, so beladen sie sich mit ungleichen Mengen Eisenfeile in irgend einem von ihrem Leitungsvermögen direct abhängenden Verhältnisse. A's Davy z. B. zu diesem Versuche Drähte von 2 Zoll Länge und $\frac{1}{30}$ Zoll Durchmesser nahm, beladeten sie sich mit folgenden Mengen Eisenfeile: Silber mit 32, Kupfer mit 24, Platin mit 11 und Eisen mit 8,2 Gran.

Poggendorf's Versuche, welche er mittelst seines Multiplicators anstellte, ergaben, daß alle feste Körper, welche sonst wohl als gute Leiter der Elektricität bekannt sind, als Glied in die schließende Leitung gebracht, die Einwirkung auf den Magnetismus schwächten. Hatte sein aus Messingdraht construirter Multiplicator für sich allein eine Ablenkung der Magnetnadel von 45° bewirkt, so betrug diese, wenn er zwischen das eine Ende des Multiplicators und zwischen die Kupferplatte des einfachen Elektromotors hineingebracht war

Bleyglanz in einer Schichte von	2	Linien	40°
Magneteisenstein . . .	–	—	35°
Graphit	6	—	30°
Holzkohle	2	—	20°
Schwefelkupfer	–	—	15°
Schwefelkies	–	—	15°
Graubraunsteinerz von Ilefeld	–	—	3°

Bey der Anwendung der zartesten Nadeln von kaum $\frac{1}{4}$''' von dem Graubraunsteinerz fand Poggendorf, daß die Magnetnadel fast gar nicht abwich, obgleich ganze Drusen die volle Abweichung bewirkten. Er glaubte hieraus eine gewisse Abweichung zwischen der kleinen und großen Masse folgern zu können; allein Pfaff bemerkt ganz richtig, daß der Erfolg bey der

kleinen Masse eben von dem geringen Leitungsvermögen abhänge, welches durch die größere Oberfläche der größern Masse als Leiter ausgeglichen werden muß. Auch hatte Poggendorf bey diesen seinen Versuchen gelegentlich die Eisengießerey in Berlin benutzt, um das Leitungsvermögen des noch flüssigen glühenden Eisens zu untersuchen. Sobald die glühende geschmolzene Eisenmasse den Leitungskreis schloß, entstand sogleich die volle Ablenkung der Nadel von 45°, und erhielt sich in dieser Lage, als die Eisenmasse nach und nach erkaltete, und so lange der Versuch fortgesetzt wurde. Hatte er einen kräftigen Magnetstab, als Glied in die leitende Verbindung gebracht, der Nordpol oder der Südpol desselben mochte die Kupferplatte berühren, mit der Vorsicht, daß er nicht etwa durch seinen eigenen Magnetismus auf die Nadel zu wirken vermochte; so verhielt er sich wie gewöhnliches Eisen oder jedes andere Metall. Die gewöhnlichen bekannten Nichtleiter der Elektricität, als Glieder in die leitende Verbindung gebracht, unterbrachen mit der elektrischen Strömung auch alle Einwirkung auf den Magnetismus.

Nach Davy bewirkte ein großes Stück Kohle in die leitende Verbindung einer mächtigen Volta'schen Batterie gebracht, in einer Magnetnadel gar keine Ablenkung, wofern sie nicht den metallischen Theil des Leiters in einer sehr großen Fläche berührte; und ein kleiner Draht, den man mit der Kohle, während sie in der geschlossenen Leitung ist, nur in wenig Punkten in Berührung bringt, zog gar keine Eisenfeile an, und zeigte diese Wirkung nur dann schwach, wenn man das Ende der Kohle mit einem Platinblättchen umlegte, und der Draht dieses berührte. Eben so hat es Davy nie vermocht, es dahin zu bringen, daß geschmolzenes Kali-Hydrat, welches einer der besten unter den unvollkommnen Leitern ist, in der Schließungskette die geringste Anziehung auf Eisenfeile äußerte.

2. Flüssige Leiter.

Davy bemerkte nicht die geringste Wirkung auf die Magnetnadel, wenn er in den Verbindungskreis baumwollene Fasern, die mit Kali-Hydrat-Auflösung benetzt waren, gebracht hatte; auch alsdann nicht, wenn er mittelst Kork auf einer in dem geschlossenen Kreis befindlichen Kali-Auflösung eine Stahl-Nadel schwimmend gemacht hatte. Den einzigen Beweis, daß Elektricität, welche durch eine solche Flüssigkeit hindurchgeht, magnetische Kräfte besitzt, gab ihre Wirkung auf eine magnetische Nadel, in dem Falle, wenn eingetauchte Metallflächen von bedeutender Ausdehnung die Flüssigkeit mit der Volta'schen Batterie verbanden. Daß aber die Verschiebbarkeit der Theilchen flüssiger Körper kein Hinderniß für die Entwickelung ihrer magnetischen Kräfte durch Elektricität ist, bewieß Davy dadurch, daß er in kleinen Glasröhren Quecksilber, oder geschmolzenes Newton'sches (Rose'sches) Metall, in einen dazu sich eignenden Volta'schen Kreis brachte; die Röhren zogen Eisenfeile an und machten Nadeln magnetisch, und durch keine Bewegung, worin er die in ihnen enthaltene Flüssigkeit durch mechanische Mittel, oder durch Erhitzen versetzte, wurde ihre Polarität verändert oder vernichtet. Seine übrigen Versuche über das Leitungs-Vermögen der Flüssigkeiten in Vergleichung mit dem Leitungs-Vermögen der Metalle für Elektricität ergaben, daß das Leitungs-Vermögen der besten flüssigen Leiter mehrere hunderttausendmal schwächer als das der schlechtesten Leiter unter den Metallen ist. Auch versuchte Davy, eine sehr kräftige Volta'sche Batterie durch die Luft auf diese Weise zu entladen, daß wenn die Drähte auf eine gewisse Entfernung von einander kamen, ein fortwährender Feuerstrom ausbrach; dabey konnte er aber doch keine Wirkung auf eine in die Nähe gestellte Magnetnadel wahrnehmen, welche jedoch sogleich eine Ablenkung erhielt, so bald die Drähte einander sich berührten.

Eine große Reihe von Versuchen mit Flüssigkeiten stellte Poggendorf an, wobey er dasselbe Verfahren, wie bey festen Leitern, anwendete, nur daß er die Flüssigkeiten nicht unmittelbar, sondern durch einen feinen Draht mit der Kupferplatte in Verbindung brachte. Wasser, selbst kochendes, als Glied in den Verbindungskreis gebracht, hatte auf den Magnet nicht die geringste Wirkung, so wie auch verdünnte Salzauflösungen. Dagegen bewirkte concentrirte englische Schwefelsäure auf Entfernungen von 6 bis 8 Linien noch eine merkliche Schwingung der Magnetnadeln; auch concentrirte Lösungen von salzsaurem Kalk, kohlensaurem Kali, gaben noch Schwingungen, jedoch schwächer, als die concentrirte Schwefelsäure. Diese Versuche änderte er auch so ab, daß er die Zink- und Kupfer-Platten auf eine schickliche Unterlage in einer Entfernung von 6‴ neben einander legte, eine jede derselben mit einer mit Salmiakauflösung getränkten Tuchscheibe bedeckte, und diese durch einen breiten wollenen, gleichfalls mit Salmiakauflösung getränkten Tuchstreifen in Verbindung brachte. Unter letztern wurde nun eine empfindliche Magnetnadel gebracht, und darauf der Kreis durch einen Multiplicator von 100 Windungen geschlossen, der gleichfalls auf die gewöhnliche Weise (in der Mitte seiner Kreisfläche) mit einer Nadel versehen wurde. Ob nun gleich beym Schließen der Kette letztere Nadel beträchtlich declinirte, so zeigte doch die unter dem Streifen gebrachte Nadel nicht die geringste Sollicitation.

Viel genauere Versuche über das Leitungsvermögen der Flüssigkeiten, theils unter einander, theils in Vergleichung mit den Metallen, hat Herr Prof. Pfaff *) angestellt, wobey er zugleich die Absicht hatte, den Satz genauer ins Licht zu stellen, ob die Flüssigkeiten, sofern sie das dritte nothwendige Glied des Galvanischen Elements bilden, vielmehr durch ihr verschiedenes

*) Der Elektro-Magnetismus ꝛc. Hamb. 1824. S. 96. ff.

Leitungsvermögen, als durch ihre chemische Thätigkeit (sofern diese nicht etwa gleichen Schritt mit jenem halten würde) die Bewegungen bestimmten. Zu dieser Absicht ließ er sich eine Zelle aus zwey großen auf der einen Seite im Feuer vergoldeten Messingplatten (damit sie von keiner Säure angegriffen würden) verfertigen, welche ihre beyden einander gegenüber stehenden Seitenwände bildeten; die schmalen Seitenwände und der Boden der Zelle waren aus Glasstreifen verfertigt, welche durch einen trefflichen isolirenden Kitt unter sich und mit den Messingplatten verbunden waren, so daß die Zelle vollkommen dicht war. Diese Zelle gewährte ihm den Vortheil, sie mit jeder beliebigen Flüssigkeit füllen zu können, durch welche der elektrische Strom, um von der einen Metallplatte zu der andern zu gelangen, gezwungen war, seinen Weg zu nehmen. Je nachdem er die Zelle mehr oder weniger hoch anfüllte, war die Berührungsfläche mit den Messingplatten größer oder geringer. Da die Größe der Leitung für einen und denselben Leiter im Verhältnisse mit der Größe der Oberfläche oder dem Durchschnitte der Schichte steht, welche den Strom durchleitet, so konnten die verschiedenen Höhen, bey welchen verschiedene Flüssigkeiten eine gleiche Leitung gewährten, erkennbar an der gleichen Wirkung auf die Magnetnadel, als den Leitungskräften der Flüssigkeiten umgekehrt proportional betrachtet werden. Uebrigens hatten die Messingplatten 6″ paris. im Quadrat und der Zwischenraum zwischen beyden oder die Weite der Zelle betrug $7\frac{1}{2}'''$. Zur Vergleichung wählte er erst einen feinen Stahldraht Nr. 13, dessen Durchmesser $\frac{1}{180}''$ betrug, und der statt der Flüssigkeit in jenen Zwischenraum von $7\frac{1}{2}'''$ als Leiter eingeschoben wurde. Er bediente sich bloß eines einfachen Elements aus einer runden Zink- und Kupferplatte von $1\frac{1}{4}''$ im Durchmesser, verstärkte aber die Wirkung durch die Verbindung des von dem einen Metalle ausgehenden Leiters mit einem Multiplicator von 200 Windungen, um die

Schwingungen und Abweichungen der Magnetnadel und eben damit ihre Unterschiede bey Anwendnung verschiedener leitender Flüssigkeiten recht auffallend zu machen. Die einfache Vorrichtung zu diesen Versuchen bildet die Fig. 45. ab, wo A und B die Kupfer- und Zinkplatte sind, zwischen welche eine mit irgend einer Flüssigkeit befeuchtete Pappe interpolirt wurde, C ist der Multiplicator von 200 Windungen auf einem passenden Gestelle E, in dessen Mitte sich die Magnetnadel F befindet; D ist die oben beschriebene Zelle, welche zu verschiedenen Höhen mit der Flüssigkeit deren Leitungsvermögen untersucht werden sollte, angefüllt wird. Indem von der einen Metallplatte A aus ein Draht sich mit dem einen Ende 1 des Multiplicators verbindet, dessen anderes Ende 2 mit der einen Metallplatte der Zelle in sehr genaue Berührungsverbindung gebracht wird, während ein von der andern metallischen Wand der Zelle ausgehender Draht sich mit dem andern Metalle B verbindet, ist der elektrische Strom der in dem Augenblicke eingeleitet wird, da man die Platte B auf die Pappscheibe, welche auf der Metallplatte A ruhet auflegt, genöthigt, seinen Weg durch den Multiplicator und die Zwischenschichte von Flüssigkeit, welche sich in der Zelle befindet, zu nehmen, und die Wirkung desselben auf die in der Mitte des Multiplicators schwebende Magnetnadel F wird unter sonst gleichen Umständen im Verhältnisse der Leitung stehen, welche jene Flüssigkeit gewährt.

Auf diese Weise fand Pfaff, daß, um dieselbe Wirkung auf die Magnetnadel zu erhalten, wenn der Strom durch jenen feinen Stahldraht, mithin durch einen Durchschnitt von $\frac{1}{4\,1\,2\,3\,6}$ Quadratzoll, hindurchging, eine concentrirte Salmiakauflösung eine Höhe von 1″ haben mußte. Dieß würde also für ein Rechteck von 6″ Länge und 1″ Höhe 6 Quadratzoll Durchschnitt geben, woraus dann folgt, daß Eisendraht ein etwa 247416 mal besserer Leiter seyn würde, als eine con-

centrirte Salmiakauflösung. So wie aber in der Zelle die Salmiakauflösung mithin auch die Leitung zunahm, waren bey der Schließung die Schwingungen viel geschwinder und dauernder und die endliche Abweichung im Ruhestande größer. Betrug bey $1\frac{1}{4}$ Höhe die endliche Abweichung 37°, so stieg sie bey $2\frac{3}{4}''$ auf 40, bey $4\frac{1}{4}'$ auf 45°. Hier schien aber auch für die übrigen Bedingungen der Leitung, nämlich für das gebrauchte Plattenpaar und den Multiplicator, das Maximum eingetreten zu seyn, denn eine fernere Zunahme der Höhe der Salmiakauflösung brachte weiter keine Vergrößerung der Abweichung hervor. Auf eine ähnliche Art hatte Pfaff mit mehreren Flüssigkeiten, Säuren, Laugensalzen und concentrirten Auflösungen von Salzen Versuche angestellt, deren Leitungsvermögen vergleichungsweise sich also ergab, wie sie in folgender Ordnung auf einander folgen: 1. Oxydulirte gesättigte Zinnauflösung mit besonders raschen und weit gehenden Schwingungen; 2. salpetersaures Queckſilberoxyd; 3. gesättigte salpetersaure Silberauflösung; 4. Aetz-Ammoniakflüssigkeit von 936 spec. Gew.; 5. essigsaures Queckſilberoxydul; 6. schwefelsaures Mangan; 7. schwefelsaurer Zink; 8. schwefelsaures Kupfer; 9. schwefelsaures Eisenoxydo-Oxydul; 10. Salmiak; 11. salzsaures Queckſilberoxyd; 12. schwefelsaures Natron; 13. Bittersalz; 14. Alaun; 15. Schwefelalkali; 16. Brechweinstein; 17. essigsaures Bley; 18. salpetersaurer Baryt; 19. Salpeter; 20. salzsaurer Kalk; 21. Potasche; 22. Kochsalz; 23. Wasser. Diese Bestimmungen, bemerkt Pfaff, sind nur als ohngefähr gegeben, indem die Versuche in der Ausführung selbst manche Schwierigkeiten haben. Es hat nämlich die mehr oder weniger innige und gleichförmige Berührung der Metallplatten mit der feuchten Pappe einen so großen Einfluß auf die Stärke des elektrischen Stromes und die von demselben abhängige Abweichung der Magnetnadel, daß auch bey einer weniger vollkommenen Leitung durch eine gegebene Flüssigkeit in der Zelle doch

die Wirkung eben so groß ausfällt, als bey Anwendung einer viel besser leitenden Flüssigkeit. Um daher in dieser Hinsicht die Bedingungen des Erfolges in jedem Versuche so gleichförmig als möglich zu erhalten, hatte er sich einen hölzernen, inwendig wohl verpichten Kasten machen lassen, welchen er mit der Flüssigkeit, welche die Stelle der feuchten Pappe vertreten sollte, füllte, und in welche er die parallel neben einander befindlichen, an einem horizontalen Elfenbeinstreifen befestigten Metallplatten von 4″ Breite zu einer beliebigen, genau bestimmbaren Tiefe hinabbewegen konnte, wo mithin die Art der Berührung der Metalle mit der Feuchtigkeit immer auf dieselbe Weise geschah, und durch ungleichförmige Befeuchtung der Pappe, wechselnden Druck u. s. w. keinen Einfluß erlitt, während die Verbindung der Platten selbst auf die nämliche Weise, wie in den obigen Versuchen, durch den Multiplicator und die Flüssigkeit in der großen Zelle geschah, durch welche der elektrische Strom demnach seinen Weg nehmen mußte. Die auf diese neue Art den Versuch anzustellen erhaltenen Resultate nebst einer größern Menge von Flüssigkeiten hat Herr Pfaff in einem Anhange nachzutragen versprochen.

Ueberdem untersuchte Herr Pfaff auf die obige Art auch dieß Leitungsvermögen der Schwefelsäure in verschiedenem Graden der Concentration und der Salzsäure. Concentrirte englische Schwefelsäure wirkte nicht viel stärker als eine gesättigte Potaschenauflösung, das Maximum ihrer Wirksamkeit zeigte sich bey dem Verhältnisse von 9 Theilen Wasser gegen 1 Theil Säure, und diese übertraf an Leitungsvermögen noch merklich eine Salmiakauflösung: Bey dem Verhältnisse von 4 Theilen Wasser gegen 1 Theil Säure war die Leitung nicht besser als bey 20 Theilen Wasser gegen 1 Theil Säure, und war ohngefähr gleich der des schwefelsauren Eisenoxyduls. Wenn auch einige von den Flüssigkeiten in Ansehung des endlichen Ruhestandes sehr nahe mit einander übereinstimmten, wenigstens mit der von ihm ange-

wandten kleinen Nadel keinen Unterschied machten; so zeigte sich doch darin eine auffallende Verschiedenheit, daß bey der einen oder andern die anfänglichen Schwingungen viel weiter gingen, und weit geschwinder erfolgten, als bey der andern, in welcher Hinsicht vorzüglich salzsaures Zinnoxydul, salpetersaures Queckſilberoxyd, Salmiak und mit 4 Theilen Wasser verdünnte Schwefelsäure sich auszeichneten.

Zur Verstärkung der elektro-magnetischen Erscheinungen wurde aber sehr bald der Herr Professor Schweigger *) zu einer Vorrichtung durch eine einfache Betrachtung geführt, welche zur Auffindung neuer Thatsachen ungemein viel beygetragen hat. Daraus nämlich, sagt er, daß eine Umkehrung der Wirkung erfolgt, je nachdem der Polardraht unter der Nadel oder über der Nadel hing, und eben so, je nachdem vom positiven oder negativen Pol her der Draht geleitet ist, daraus läßt sich durch eine leichte Schlußfolge eine Verdoppelung der Wirkung ableiten, welche sich auch in der Erfahrung bewährt. Er bemerkt aber noch zugleich, daß sich leicht eine Vervielfachung der Wirkung erhalten lasse, wenn man den Draht nicht bloß einmal, sondern mehrmals umschlingt; indessen reicht schon eine einfache Umschlingung hin, um Oersted's Versuche bloß mit kleinen Streifen von Zink und Kupfer, welche in Salmiakwasser getaucht werden, wiederholen zu können. In einer Nachschrift giebt er β) nähere Anleitung, wie eine solche Vorrichtung, die man mit dem Namen Multiplicator belegt hat, am besten eingerichtet werden könne. Er bemerkt nämlich, daß bey einer mehrmaligen Umschlingung mit Seide umsponnene dünne Silberdrähte regelmäßig an einander liegen, mithin in einem isolirenden Zustande außer aller leitenden Verbindung an einander sich befinden müssen. Die beyden

*) Journal für Chemie, und Physik. B. XXXI. S. 1. f.

β) Ebendaselbst. S. 55. ff.

Enden eines solchen mehrfach in Kreisformen umwundenen Drahtes werden alsdann mit zwey kleinen Elektromotoren verbunden, und machen daher beym Schließen einen einfachen Galvanischen Kreis. Fast zu gleicher Zeit mit Herrn Schweigger hatte Herr Poggendorf dieselbe Vorrichtung, unter dem Namen eines Condensators dem Herrn Prof. Ermann mitgetheilt, welcher ihn daher auch als den Erfinder derselben angiebt *). Allein Herr Poggendorf selbst führt an **), daß Herrn Prof. Schweigger die Priorität seines Condensators gehöre; bemerkt aber dabey zugleich, daß er am Ende des Decembers 1820, wo ihn seine Versuche auf die wiederholten Windungen geleitet hätten, durchaus nichts von den Arbeiten des Herrn Prof. Schweigger's gewußt habe. Es scheint also, daß beyde, jeder für sich, auf diese glückliche Idee, den Leitungsdraht mehrfach zu umwinden gekommen sey, und daher jeder einen gebührenden Antheil an dieser Erfindung habe. Uebrigens haben die meisten Physiker lieber den Namen Multiplicator als Condensator, beybehalten. Herr Prof. Schweigger hat mit einer solchen Vorrichtung mehrere Versuche angestellt, welche vorzüglich den Zweck hatten, den Einfluß in der Richtung des elektrischen Stroms auf die Bewegungen der Magnetnadel lichtvoller darzustellen.

Herr Poggendorf hat besonders sehr belehrende Versuche über die Verstärkung des Multiplicators auf die Magnetnadel angestellt, mit Bezug auf die Anzahl der Umschlingungen, wobey er besonders auch noch Rücksicht nahm auf die verschiedene Stärke der Elektromotore, deren elektrische Ströme der Multiplicator zu leiten bestimmt ist, und auf die Dicke des Drahtes, welcher zu den Umschlingen des Multiplicators gebraucht wird. Weil bey einem Drahte von beträchtlicher Dicke

*) Umrisse zu den physischen Verhältnissen ꝛc. S. 105. ff.

**) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXVIII. S. 206.

die Magnetnadel von den äußersten Umwindungen zu weit entfernt ist, um einen merklichen Einfluß auf dieselbe zeigen zu können, so nahm Poggendorf zur Anstellung seiner Versuche den feinsten Draht, welcher noch mit Seide übersponnen werden konnte; nach ihm betrug der Durchmesser desselben 0,01‴. Mit diesem Drahte umgab er die Magnetnadel so, daß er jedes Hundert der Windungen von einander sonderte, um beständig eine solche Anzahl derselben mit der Kette verbinden zu können, als es die Absicht verlangte. Der dabey gebrauchte Apparat bestand aus einer Platte von Kupfer und Zink, jede von 3,6″ im Durchmesser, nebst einer mit verdünnter Salmiakauflösung getränkten Tuchscheibe, die Magnetnadel hatte eine Länge von $2\frac{1}{2}$″ und wog 15,8 Gran. 100 Windungen gaben eine Ablenkung von 45°, für jedes neue Hundert bis 400 Windungen nahm die Ablenkung merklich um 5° zu, von da aber wuchs sie erst um 2°, dann um 1°, endlich bey Vermehrung von 800 auf 900 um $\frac{1}{2}$°, und hatte bey 1000 ihr Maximum mit 66° erreicht, über welches sie auch durch 1300 Windungen nicht getrieben werden konnte. Die Stärke der Ablenkungen war in allen Azimuthen gleich, wenigstens konnte in der östlichen und westlichen Ablenkung keine Differenz wahrgenommen werden. Da bey diesen Versuchen der gebrauchte Multiplicator nicht die ganze ununterbrochene Länge von 1300 Windungen hatte, durch welche der elektrische Strom durchging, sondern nur einen seiner Länge nach in 13 Theile getheilten jeden von 100 Windungen darstellte; so verband er nun, um die Einwirkungen der ununterbrochenen Länge des Leitungsdrahtes näher zu untersuchen, die Enden der einzelnen Multiplicatoren mit einander. Außer jenen größern Kupfer- und Zinkplatten untersuchte er nun auch ein Paar viel kleinere, deren Oberfläche kaum 8 Quadratlinien ausmachen mochte, und deren Flächeninhalt sich als zu dem der großen Kette = 1 : 120 verhielt. Aus seinen Versuchen gaben sich folgende Resultate:

Zahl der Windungen	Abweichung bey der großen Kette	Bey der kleinen Kette
1	10°	1 — $1\frac{10}{2}$°
5	22	8
10	27	10
25	30	15
60	35 — 40	25
75	40	32
100	40	38
200	40	40
300	40	38
400	—	39
500	41	42
600	—	40
700	—	—
1000	40	40

Hieraus ergab sich sehr leicht die Einwirkung der verschiedenen Verbindungsart des Multiplicators auf die Magnetnadel. Bey der erstern, wo die einzelnen Multiplicatoren 100 Windungen besaßen, und neben einander geordnet waren, fiel das Maximum zwischen 900 und 1000; bey der andern Verbindungsart hingegen schon auf 75 und für Platten von 3,6″ Durchmesser findet keine gestärkte Wirkung mehr Statt; bey den kleinern Platten aber ereignet sich das Maximum viel später.

Die Größe der Einwirkung, welche von der Dicke des Drahtes abhängt, ergiebt sich aus folgenden Versuchen, bey welchen der Durchmesser des Drahtes $\frac{1}{8}$‴ ausmachte:

Zahl der Windungen	Abweichung der Magnetnadel der großplattigen Kette
5	20 — 22°
25	40 — 45
50	45
100	65

Ueber 100 Windungen hinaus fand weiter keine größere Ablenkung Statt, welches mit dem vorigen zusammenstimmte, nur in Ansehung des Maximums ist ein auffallender Unterschied, welcher nothwendig in der Dicke des Drahtes zu suchen war, weil die Platten an

sich keine stärkere Wirkung hatten, als im vorigen Versuche.

Mit demselben Multiplicator und den kleinen Platten stellte Poggendorf ebenfalls Versuche an, aber sie gaben ihm keine sichern Resultate. Ueberhaupt zog er aus seinen Versuchen die Folge, daß die Wirkung der Kette nicht unbegrenzt mit der Zahl der Windungen des Multiplicators wachse.

Sonst kann die Elektricität, welche durch die Berührung einer Zink- und einer Kupferplatte unter Anwendung bloß reinen Wassers, als flüssigen Leiters, entwickelt wird, durch den Multiplicator sehr bemerklich gemacht werden. Eben so ist man dadurch im Stande, Galvanische Wirkungen noch merklich zu machen, die nicht einmal mehr durch einen präparirten Frosch zur Wahrnehmung gebracht werden könnten. Daher wird mit vollem Rechte der Multiplicator verbunden mit der Magnetnadel als ein wahres Mikro-Elektro-Magnetoskop betrachtet. So bemerkt Herr Berzelius *), daß die magnetische Kraft innerhalb des Ringes des Multiplicators auf einen solchen Grad verstärkt werde, daß eine in dem Mittelpunkte des Ringes aufgehängte Magnetnadel von der schwächsten elektrischen Kraft afficirt werde. Er sah ein elektrisches Paar aus Kupfer und Zink von $\frac{1}{8}$ Zoll Seite, zwischen welche ein durch Quellwasser oder durch die Zunge befeuchtetes Fließpapier gelegt wurde, die Magnetnadel ungefähr 20° von ihrer gewöhnlichen Stellung abweichen machen. Herr Poggendorf wendete dieserwegen auch denselben an, um durch Versuche die Galvanische Reihe der festen Leiter des Galvanismus näher zu bestimmen. Nach diesen Versuchen folgen die festen Leiter, von der positiven Seite ausgegangen, in folgender Ordnung auf einander: Zink, Kadmium, Mangan, Bley, Zinn, Eisen, Stahl, Uran,

*) Jahresbericht über die Fortschritte der physischen Wissenschaften, von Gmelin aus dem Schwed. übers. 2ter Jahrgang. Tübing. 1825. S. 5.

Messing (Kupfer, Magneteisenstein, Kupfernickel) Kobalt, Wißmuth, Antimon, Arsenik, Chrom, Silber, Nickel (Queckſilber, Schwefelkupfer, Schwefelkies), Tellur, Gold (Bleyglanz, Kohle) Platina, Graphit, Manganhyperoxyd. In allen dieſen Fällen wurde als flüſſiger Leiter eine verdünnte Salmiakauflöſung gebraucht; reines Waſſer konnte nicht angewendet werden, weil bey mehreren ſchwer darſtellbaren Metallen die Oberfläche nur in ſehr geringer Größe ſeyn konnte.

Herr Avogadro fand mittelſt des Multiplicators, daß einige Metalle in dem Augenblicke, wo man ſie in concentrirte Salpeterſäure taucht, eine Wirkung zeigen, welche der, ſich einige Augenblicke nachher äußernden, entgegengeſetzt iſt; doch findet dieß nicht in verdünnter Salpeterſäure Statt. An den Plattenpaaren aus folgenden Metallen wurde dieſe beſondere Eigenſchaft wahrgenommen:

Bley und Wismuth
Bley und Eiſen
Eiſen und Wismuth
Kobalt und Antimon.

Nach Avogadro's Angabe iſt die Wirkung, welche man im Augenblicke des Eintauchens der Metalle in die concentrirte Säure erhält, die nämliche, als diejenige, welche ſich in verdünnter Säure äußert, und bloß weiterhin zeigt ſich die entgegengeſetzte Wirkung. Dabey iſt aber zu bemerken, daß die concentrirte Salpeterſäure das Wismuth weit ſtärker angreift, als das Bley, daß dagegen die verdünnte Säure das Bley ſehr ſtark angreift, das Wismuth aber faſt gar nicht.

Herr Schrader *) bewies mit Hülfe des Multiplicators die große Kraft deſſelben durch die Einwirkung auf die Magnetnadel in einem beſonders merkwürdigen Verſuche. Er brachte nämlich mit zwey ho-

*) Dissertatio inaugur. medico-physica de Electro-Magnetismo, Auct. *Carol. Guil. Schradero.* Halae 1821.

mogenen Metallen verbunden mit einer einzigen Flüssigkeit eine wirksame Galvanische Kette oder einen elektrischen Strom dadurch zu Stande, daß er das eine bis zum Glühen erhitzte, und das andere bey der gewöhnlichen Temperatur ließ. Daß hierbey nicht etwa eine Schichte von Oxydul, die sich an dem bis nahe am Glühen erhitzten Metalle hätte bilden können, vorhanden war, mithin zwey heterogene feste Elektromotore Galvanisch wirken, bewies der Umstand, daß auch Platina auf dieselbe Art wirksam war, wo doch keine Oxydation denkbar seyn konnte Er verband ein kleines Schälchen von Platina, worin sich Salzsäure oder Salmiakauflösung befand, mit dem einen Ende des Multiplicators, und ein Platinalöffelchen mit dem andern Ende desselben, dieses wurde durch eine Weingeistlampe glühend gemacht, und nun in die Salzsäure oder das Salmiakwasser getaucht; im ersten Augenblicke zeigte sich keine Spur von Wirkung, als aber das Löffelchen sich etwas abgekühlt hatte, trat in demselben Augenblicke das Aufbrausen ein, und die Magnetnadel lenkte sich um 5 bis 10° ab. Hierbey schien nach **Schrader** das erhitzte Metall das elektro-negative zu seyn.

Daß ein und dasselbe Metall als Elektromotor in Verbindung mit einer Flüssigkeit auftrete, ist in den neuesten Zeiten durch mehrere Versuche bestätigt. Man braucht nur zwey Stücke von einem und demselben Metalle, oder auch die beyden Enden desselben Stückes in zwey verschiedenen Momenten in eine Säure einzutauchen, so wird das zuerst eingetauchte Stück sich gegen das andere als das elektropositivere verhalten. Vorzüglich gut läßt sich der Versuch mit zwey Kupferblechen und Schwefelsäure oder verdünnter Salzsäure anstellen. Auch glüht er mit einem Kupferdrahte, dessen beyde Enden, um mehr Oberfläche darzubieten, spiralförmig gebogen sind. Mittelst des Multiplicators läßt sich diese Thatsache an der Magnetnadel sehr deutlich wahrnehmen.

Auch Herr Raschig, Gen. Stabs-Arzt u. Prof. d. Phys. zu Dresden, hat einige merkwürdige Versuche mit dem Multiplicator angestellt *), welche beweisen, daß der Multiplicator als ein Mikro-Elektro-Magnetometer wirkt. Richtet man nämlich eine stark magnetisirte Magnetnadel so vor, daß sie an einem seidenen einfachen Faden horizontal und frey schwebt, und sich auf solche Art in der Mitte eines Multiplicators befindet, so kann letzterer

1. eine vertikale Lage haben, d. h. eine solche, wo die Fläche, welche seine Windungen bilden, lothrecht steht. Auf diese Art geht also die eine Hälfte der Windungen über und die andere unter der frey schwebenden Magnetnadel hinweg, wodurch die Wirkung des elektrischen Stromes in jeder einzelnen Windung des Drahtes verdoppelt wird, indem er über und unter der Nadel, in entgegengesetzter Richtung fließt. Man verbinde das eine Ende des Multiplicator-Drahtes mit einem kleinen silbernen Fingerhute (Raschig's seiner faßte höchstens 25 Tropfen Wasser), und das andere winde man um das obere Ende eines langen Stückchens Zink, welches klein genug ist, um in den Fingerhut bequem Platz zu finden, und dessen unteres Ende man mit etwas Löschpapier umgiebt, damit es den Fingerhut nicht metallisch berühre. Hiernächst bringt man in den Fingerhut, nur etwas Wasser mit einigen Tropfen verdünnter Schwefelsäure, wodurch der Apparat sogleich wirksam wird. Hat nun der Apparat diese Einrichtung, daß der elektrische Strom vom Fingerhute aus die obere Seite der Windungen durchläuft, und die Ebene, in welcher die Windungen des Multiplicators liegen, befindet sich im magnetischen Meridiane, und der Strom geht von Süd nach Nord erst über die Nadel, dann von Nord nach Süd unter sie fort: so weicht der Nordpol der Nadel augenblicklich 90° links oder nach Westen

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXVII. S. 430 ff.

ab. Ist dagegen die Richtung des Stromes in dieser Stellung des Multiplicators die umgekehrte, und derselbe geht zuerst über die Nadel von Nord nach Süd, und dann unter dieselbe von Süd nach Nord, so weicht der Nordpol rechts oder nach Osten ebenfalls 90° ab.

Wird nun der Apparat umgedreht, so daß der Strom oben aus Osten nach Westen senkrecht auf den magnetischen Mittagskreis seine Richtung nimmt, so dreht sich der Nordpol der Nadel sogleich nach Süden.

2. Kann der Multiplicator unter übrigens gleichen Umständen eine horizontale Lage haben, so daß die Ebene, in welcher seine Windungen liegen, wagrecht ist. Giebt man nun der Nadel eine solche Einrichtung, daß sie nur einer Neigung oder einer Erhebung folgen kann, so entsteht erstere oder letztere, je nachdem ihr Nordpol dem Strome links zu liegen kommt.

Mit Hülfe eines Multiplicators suchte auch Raschig die Theorie von festen magnetischen Axen des Schließungsdrahtes zu widerlegen. Er zweifle nämlich keinesweges, daß ein Schließungsdraht, welcher so eingerichtet wäre, daß man nach und nach alle seine Seiten, oder alle Theile der Peripherie seines Queerschnittes, einer, in ihrer sonstigen Lage gegen ihn, unverrückt erhaltenen Magnetnadel zuwenden könnte, immer eine und dieselbe Ablenkung oder Wirkung auf den Magnet hervorbringen werde. Zu dieser Absicht verfertigte er sich einen kreisrunden Multiplicator von 1½ Fuß Durchmesser, an welchem ein Fingerhut und Zinkdraht 6 Zoll lang, nicht weit von einander, gehörig verbunden, an dünnen Drähten herabhingen, z. B. in vertikaler Lage, indem der dem Fingerhute gegenüber liegende Theil des Multiplicators fortwährend unter der Magnetnadel im magnetischen Meridiane erhalten wurde. Nachdem der elektrische Strom entweder von Norden nach Süden, oder von Süden nach Norden unter der Magnetnadel fortging, wich die Nadel bey allmähliger gänzlicher Umdrehung des unter ihr befindlichen Theiles

des Multiplicators um seine Axe stets nach Osten oder nach Westen ab.

Wie sehr eine Magnetnadel mit Hülfe des Multiplicators die elektrische Spannung der Elektromotore in einem sehr hohen Grade anzeige, haben noch weit mehrere Versuche gelehrt. So zeigten nach Herrn Pfaff Volta'sche Säulen, worin statt einer mit Salmiakauflösung getränkten Pappscheibe zwey genommen und dazwischen eine Gold- oder Silbermünze mit recht trocknem Rande eingeschoben wurde, und welche, nach der Behauptung des Herrn v. Jaeger's (s. Artikel: Galvanismus. S. 169.) nicht die geringste chemische Wirkung geben sollen, bey der Kleinheit der Gold- und Silbermünzen, die er nur anwenden konnte, für sich allein zwar keine merkliche Einwirkung auf die Magnetnadel, aber sehr auffallend durch den Multiplicator. Auch fand Herr Becquerel *) mit Hülfe des Multiplicators einen sehr kräftigen elektrischen Strom durch die Wirkung von Säuren auf Alkalien hervorgebracht. Er brachte nämlich einen Tropfen Kaliauflösung in ein kleines Platinschälchen, und legte auf dasselbe ein Stück Platinblech, welches zuvor in eine Säure eingetaucht war. Im Augenblicke der Berührung ward die Nadel eines Multiplicators, der die beyden Platinstücke verband, stark abgelenkt.

Herr Pfaff hat überdem noch mehrere Versuche mit dem Multiplicator angestellt, welche zur größern Aufklärung dieses wichtigen Gegenstandes unternommen wurden, und als Ergänzungen von demjenigen zu betrachten sind, was von andern Experimentatoren noch nicht ausgeführt ist. Der Hauptgesichtspunkt, aus welchem Pfaff diese Versuche anstellte, war, wie weit nach Verschiedenheit der Galvanischen Apparate und der Dicke des zum Multiplicator gewählten Drahtes die Verstärkung, durch Vervielfachung der in sich zurückgehenden

*) Annals of Philosophy, june 1825.

Windungen getrieben werden könne. Da nämlich hierbey Alles auf das Verhältniß der Leitung im Multiplicator zur Leitung im Galvanischen Apparate ankomme, und die Leitung im geraden Verhältnisse der Oberfläche, oder, wie Davy's Versuche gelehrt hätten, des Durchschnittes und im umgekehrten Verhältnisse der Länge stehe, so folgte zum Voraus daraus, daß bey gegebener Leitung im Galvanischen Apparate das jedesmalige Maximum der Wirkung von dem gehörigen Verhältnisse zwischen der Dicke und Länge des Drahtes abhängen müßte, und daß die Verstärkung der Wirkung in jedem gegebenen Falle noch weiter müßte getrieben werden können, wenn die durch Zunahme der Länge erfolgte Retardation der Leitung durch Vergrößerung des Durchschnittes des Drahtes wieder ausgeglichen würde. Doch könnte die Vergrößerung des Durchschnittes durch relative Verdünnung oder Ausbreitung des Stromes wieder hinderlich werden, indem zu den elektromagnetischen Wirkungen zwar freye Strömung, aber doch zugleich eine gewisse Tension des Stromes selbst wieder erforderlich sey. Es ließe sich nach dieser Betrachtung voraussagen, daß ein Multiplicator von einer bestimmten Dicke des Drahtes für einen sehr kleinplattigen Apparat noch bis zu einer Zahl von Umwickelungen die Wirkung verstärken könnte, diesseits welcher er bereits aufgehört hätte, die Wirkung bey Anwendung eines großplattigen Apparates zu verstärken, weil er in Beziehung auf die geringe Leitung des ersten Apparates, immer noch eine hinreichende Leitung gewährte, in Beziehung auf den letztern aber bereits Retardation entgegensetzte. Zur Bestätigung dieser Sätze dienten folgende Versuche. Zu seinen Multiplicatoren gebrauchte er zwey Sorten von mit Seide übersponnenem übersilbertem Messingdrahte, wovon der eine $+5'''$, der andere $\frac{1}{3}'''$ im Durchmesser hatte, wovon er den erstern mit a und den andern mit b bezeichnete. Die drey Galvanischen Apparate, welche mit diesen Multiplicatoren untersucht wurden, waren runde Platten von

Kupfer und Zink, wovon die des größern 40 Quadratzoll, die des mittleren 1,6 Quadratzoll, und die des kleinsten $\frac{1}{3}$ Quadratzoll Oberfläche hatten, und deren Oberfläche also ungefähr in dem Verhältnisse 1, 5, 120 zu einander standen. Als feuchte Leiter wurden Pappen mit Salmiakauflösung befeuchtet angewandt. Diese drey Plattenpaare bezeichnet Pfaff mit 1 (das kleinste), 2 (das mittlere) und 3 (das größte).

Multiplicator	Zahl der Windungen	Galvanische Apparate 1.	2.	3.
a.	10	8°	—	25°
	36	13—14°	—	40°
	60	15—20°	—	45°
	100	50°	—	50°
	160	70°	—	50°
	200	77°	—	48°
b.	50	15°	45°	70
	100	17°	30	60
	200	30—35°	75—80	85—90

Ferner untersuchte er, welchen Einfluß die Vervielfachung der Plattenpaare bey Anwendung der verschiedenen Multiplicatoren und der zunehmenden Zahl der Entwickelung habe.

Multiplicator	Zahl der Windungen	Galvanische Apparate und Zahl der Plattenpaare 1.	2.	3.
b.	50	1 P. 15°	1 P. 45	1 P. 70
		2 P. 35	2 P. 25	2 P. 70
		3 P. 30	3 P. 30	3 P. 68
	100	1 P. 17	1 P. 30	1 P. 60
		2 P. 12	2 P. 25	2 P. 80
				3 P. 75
	200	1 P. 30-35	1 P. 75-80	1 P. 85-90
		2 P. 35-40	2 P. 55	2 P. eben so
		3 P. 40	3 P. 50	
a.	200	1 P. 45	1 P. 55	
		2 P. 50	2 P. 60	
		3 P. 50	3 P. 65	
		4 P. 55	4 P. 55	
		5 P. 50		
		7 P. 55		
		10 P. 45		

Noch untersuchte er, welchen Einfluß es habe, wenn das eine Mal die Multiplicatoren neben einander gestellt werden, so daß die Enden jedes einzelnen für sich mit den Platten verbunden werden, oder das andere Mal wenn sie mit ihren Drähten selbst unter einander vereinigt und auf solche Art in einen einzigen Multiplicator von doppelter, dreyfacher Anzahl von Windungen verbunden werden.

Ein Multiplicator a von 60 Windungen gab mit einem Plattenpaare 1, eine Abweichung von 25°; als nun ein zweyter Multiplicator a, ebenfalls von 60 Windungen, mit dem Plattenpaare verbunden wurde, so daß der Strom nun gleichsam in den doppelten Raum der Breite nach verdünnt war, so betrug die Abweichung nur 18°, wenn gleich dieser Multiplicator für sich allein 30° Abweichung gab; als endlich beyde Multiplicatoren so mit einander verbunden wurden, daß sie einen einzigen Multiplicator von 120 Windungen darstellten, durch welche der elektrische Strom hindurch gehen mußte, betrug nun die Ablenkung 45°.

Auch hat der Herr D. Seebeck *) eine Reihe schöner Versuche mit dem Multiplicator angestellt, deren Resultate mit den des Herrn Prof. Pfaff im Wesentlichen übereinstimmen.

Diesen Versuchen zu Folge scheint es mit Schwierigkeiten verbunden zu seyn, beständige Resultate zu erhalten. Herr Pfaff bemerkt, daß schon kleine Abweichungen in der Befeuchtung der Pappen einen Einfluß äußere, noch mehr aber die Verschiedenheit in der innigen Berührung. Ein starker gleichförmiger Druck auf die Berührungspunkte mit dem feuchten Zwischenleiter so zahlreich als möglich zu machen, wie dieß auch schon Herr Poggendorf bemerkt hatte, vergrößert die Wirkung auffallend; fällt aber der Druck nur auf einzelne

*) Abhandlungen der Berliner Akademie d. Wissensch. von 1821–1822. Berl. 1822. S. 335 ff.

Stellen, so daß dadurch die übrigen Punkte mehr außer Berührung kommen, so nimmt die Abweichung vielmehr ab.

Herr Berzelius *) führt zwar an, daß die nach innen gewendeten Seiten des Drahtes die Magnetnadel nach derselben Richtung lenken, und daß dadurch die magnetische Kraft innerhalb des Ringes auf einen solchen Grad verstärkt werde, daß eine in dem Mittelpunkte des Ringes aufgehängte Magnetnadel von der schwächsten elektrischen Kraft afficirt werde; wobey er zugleich das allgemeine Gesetz aufstellt, je größer die Anzahl der Windungen in Vergleich mit dem Durchmesser des ringförmigen Multiplicators ist, desto wirksamer ist dieses Instrument. Allein vermöge der Resultate, welche Herr Pfaff aus seinen Versuchen fand, bemerkt er dagegen ganz richtig, daß immer noch die Frage bleibe, warum dieselben Windungen, wenn sie sich metallisch berühren, nicht merklich stärker wirken, als der einzelne Draht? Außerdem komme es aber auch hierbey wesentlich mit auf die Beschaffenheit des Galvanischen Apparates an. Denn nach den von ihm angestellten Versuchen wirkte der Multiplicator a bey dem großplattigen Apparate viel schwächer, als der Multiplicator b, ohnerachtet bey derselben Anzahl von Windungen der Durchmesser des Ringes a viel kleiner war, als der des Ringes b. Herr Prof. Ermann **) hat bereits angeführt, daß man über die Wirkung des Condensators nichts Bestimmtes wisse. Er sagt nämlich: noch kennt man nicht die Gesetze, nach welchen die Condensation sich richtet, weder in Beziehung auf die Anzahl und auf den Umfang der Windungen, noch in Beziehung auf die Intensität der Quelle, von welcher der Condensator seine elektrische Spannung be-

*) Jahresbericht über die Fortschritte der physischen Wissenschaften. Zweyt. Jahrg. 1823. S. 5.

**) Umriß zu den physischen Verhältnissen ꝛc. S. 109.

kommt, noch auf die relative Dicke des Drahtes. Das Verhältniß der Intensität der jedesmaligen Condensation wird wahrscheinlich befunden werden in geraden, der elektrischen Spannung des Leiters und in umgekehrten der Isolationsfähigkeit der ihn umgebenden und isolirenden Substanz. So glaube ich gefunden zu haben, daß stärkere Ladungen nicht in demselben Verhältnisse vermehrt und condensirt werden als schwächere, und so fand sich auch, daß ein höchst fein gezogener Draht fast ganz untauglich war; es ist denkbar, daß in beyden Fällen die umgebende Seite nicht fähig war, die gespannten entgegengesetzten Elektricitäten gehörig zu isoliren, so daß statt der Spannung durch Vertheilung ein partieller Uebergang durch Mittheilung eintrat. Dieser letzten Ansicht widerspricht Herr Pfaff: denn von elektrischen Strömen, in welchen wir das, was wir im gewöhnlichen Sinne elektrische Spannung nannten, als aufgehoben annahmen, könnten wir keine wechselseitige Wirkung auf einander und Erhöhung ihrer Spannung durch Vertheilung annehmen. Auch habe der Ausdruck: die Condensation werde im umgekehrten Verhältnisse der Isolationsfähigkeit der den Draht umgebenden isolirenden Substanz stehen, etwas Zweydeutiges: denn darnach sollte man glauben, daß, je geringer diese Isolationsfähigkeit, desto größer werde die Condensationsfähigkeit seyn, welchem aber die von Herrn Ermann gemachte Anwendung widerspreche. Ihm scheine vielmehr hier ein ganz neues Gesetz der Verstärkung einer Naturwirkung gegeben, das vielleicht auch in andern Fällen mit Nutzen anwendbar sey. Alles scheine ihm nämlich darauf zurückführbar, daß dasselbe elektrische Theilchen durch Hülfe des Multiplicators längere Zeit und durch öfters wiederholte Impulse auf die Magnetnadel wirke, als ohne denselben.

Es ist hier noch eine Frage zu beantworten, welche bald nach der wichtigen Entdeckung des Einflusses der Elektricität auf den Magnetismus mehrere Versuche zu

veranlassen schienen, nämlich: ob der Inbegriff der in der geschlossenen Kette sich offenbarenden magnetischen Erscheinungen mit größerm Rechte den Namen elektrischer- oder chemischer Magnetismus verdiene, oder ob vielleicht das eine Prädikat eben so zulässig als das andere sey? Es wollten mehrere Physiker einen besondern und genauern Zusammenhang zwischen dem Magnetismus und Chemismus gefunden haben; daher entstand auch gleich anfänglich die Benennung elektrochemischer Magnetismus. Es würde allerdings eine merkwürdige Erscheinung seyn, wenn der Chemismus mit dem Magnetismus vermittelst der Einwirkung der Galvanischen Elektricität gleichen Schritt hielte. Es ist daher gewiß der Mühe werth, das Wesentlichste von demjenigen anzuführen, welches auf eine solche genaue Verbindung des Magnetismus mit dem Chemismus hinzuweisen schien.

Herr Fresnel *) wollte mittelst eines in Seide gewickelten und mit Eisendraht umwundenen Magnetbarrens Wasser-Zersetzung bewirkt haben. Allein der Herr v. Kelin führt schon an, daß er diesen Versuch mit aller Vorsicht nachgemacht und eine starke Magnetstange dabey angewendet, aber kein Resultat, nicht einmal Färbung der Drähte erhalten habe. Indessen hat Fresnel selbst diese seine Anzeige wiederrufen, und bemerkt, daß er sich getäuscht habe. Nicht lange darauf wollte aber der Herr D. Seebeck **) eine chemische Einwirkung auf den Magnetismus im folgenden Versuche wahrgenommen haben. Eine Kupferzelle mit einer in der Mitte in einem starken und bügelförmig gebogenen Metalldrahte schwebenden Zinkplatte, gefüllt mit 336 Kub. Zoll Wasser, welchem nach und nach Schwefelsäure von 1,845 specif. Gew. zugegossen wurde; gab folgende Declinationen an der innerhalb des Bügels stehenden Declinationsnadel:

*) Moniteur universel. N. 315. in Gilbert's Annalen der Physik. B. LXVI. S. 410.

**) Schweigger's Journ. für Chemie u. Physik. B. XXXII. S. 36 f.

Wasser		Schwefelsäure	Declination
336 Kub. Zoll		keine	5°
—	—	1 Kub. Zoll	53°
—	—	2 – –	63°
—	—	3 – –	70°
—	—	4 – –	73°
—	—	6 – –	77°
—	—	8 – –	80°
—	—	12 – –	82½°
—	—	16 – –	84°
—	—	20 – –	85½°
—	—	28 – –	85½°

Concentrirte Schwefelsäure wirkt nur schwach auf den Zink; die magnetische Spannung einer Kette von Silber, Zink und oben angeführter Schwefelsäure war gleichfalls höchst schwach. Hier wurde nun Wasser hinzugegossen; sogleich nahm die Declination zu, und wuchs in demselben Verhältnisse wie die chemische Action.

Noch mehrere Versuche stellte Herr Poggendorf in der Absicht an, um auszumachen, ob eine chemische Einwirkung auf den Magnetismus Statt finde. Seine Versuche werden dadurch besonders merkwürdig, daß er mit Hülfe des Multiplicators von 100 Windungen in den Bewegungen der Magnetnadel elektrische Ströme und die verschiedenen Abstufungen ihrer Stärke darstellte, welche weder chemische, noch anderweitige physische Wirkungen mehr anzeigten. Er fand, daß die Schichte mit Tuchscheiben oder Pappe bey weitem den Vorzug vor dem Trogapparate verdiene, oder daß doch wenigstens die Wirkung auf die Magnetnadel viel anhaltender sey. Der Grund davon liegt nach ihm vorzüglich in dem Drucke, welcher hiebey mit wirke, und eine innigere Berührung zwischen den Platten und feuchten Leiter bewirke. Auch fand er eine mäßige Befeuchtung der Tuchscheiben mit der Salmiakauflösung wirksamer, als die völlige Sättigung derselben. Schwefelsäure als feuchter Zwischenleiter gab bey den verschiedenen Graden der Concentration folgende Abweichungen:

Schwefelsäure von 184°	5°
—— mit gleichen Theilen Wasser verdünnt	45°
—— mit zwey Theilen Wasser	60°
—— mit vier Theilen	50°
—— mit acht Theilen	45°

Salpetersäure übertraf nicht die Schwefelsäure, und es schien daher die Wirkung nicht in dem Verhältnisse mit dem sehr heftigen Angriffe des Metalls zu stehen. Die Auflösung anderer Salze, als des Kochsalzes, des Alauns, standen dem Salmiak nach, dessen Auflösung selbst stärker, als die Schwefelsäure wirkte. Den stärksten Beweis des chemischen Einflusses auf den Magnetismus gab nach Poggendorf folgender Versuch: eine Auflösung des salzsauren Kupfers im absoluten Alkohol zeigte nicht die geringste Abweichung; einige Tropfen Wasser hinzugesetzt bewirkten aber sogleich die Fällung des Kupfers durch Zink, und auch in demselben Momente eine Abweichung der Nadel. Noch ein anderer Versuch schien ebenfalls einen starken Beweis für den chemischen Prozeß bey der Erzeugung des Magnetismus zu liefern: bey der Anwendung von Kupfer und Silber nämlich mit einer Salmiakauflösung als Zwischenleiter, welche diese Metalle nur wenig angreift, war die Abweichung der Magnetnadel nur sehr gering; bey der Anwendung des rothen schwefelsauren Eisens hingegen, welches das Silber stark angreift, stieg die Abweichung auf das Doppelte. Es fand gar keine Abweichung Statt, wenn das Wasser zu Eis erstarrte; eben so, wenn die Zelle mit flüssigem Schwefel, flüssigem Phosphor, Libavs Geist oder Queckſilber gefüllt ward. Daß concentrirte Schwefelsäure eine dreymal schwächere Wirkung zeigte, als Wasser, ungeachtet sie ein viel besserer Leiter der Elektricität ist als dieses, beweise zur Genüge, daß die magnetische Art der Säule von dem darin aufgeregten chemischen Prozesse bedingt sey.

Auch der Herr Prof. Pohl *) glaubte aus einem von ihm angestellten Versuche schließen zu dürfen, daß

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXIX. S. 176 ff.

der chemiſche Prozeß mit dem Magnetismus in der genaueſten Verbindung ſtehe. Sein Apparat, welchen er zu dieſem Verſuche gebrauchte, beſtand aus zwey verbundenen Kupferplatten, mit einer zwiſchen ihnen befindlichen Zinkplatte von gleicher Größe, welche durch Glasſtäbe von ihnen getrennt war. Sie ſtanden in einem hölzernen, inwendig mit einem dichten Harz-Ueberzuge verſehenem Troge. Der flüſſige Leiter war Brunnenwaſſer mit $\frac{1}{100}$ Schwefelſäure gemiſcht. Die $2\frac{1}{2}$ Zoll lange Magnetnadel wurde abgelenkt durch einen mit Seidenband umwickelten Schließungsdraht von Meſſing, der vom Kupfer ab in der Richtung von N. nach S. unter ſie, und dann wieder von S. nach N. über ſie hinweg ging, oben und unten $\frac{1}{2}$ Zoll von ihr entfernt blieb und nach 5maliger Umſchlingung zum Zinkpole zurückkehrte; es war alſo die Abweichung der Nadel weſtlich. Vor dem Beginnen des Verſuches wurde die Kette geſchloſſen und die Flüſſigkeit durch eine bis auf den Boden der Holzzelle reichende Glasröhre behutſam eingefüllt. Die erſte geringe Quantität derſelben führte in dem Augenblicke, wie ſie die unterſten Ränder der Platten nur ſo eben netzte, die Nadel bereits bis zu 30° weſtlicher Abweichung fort, und bey fortgeſetztem Füllen wurde die Abweichung größer, aber mit immer kleinern Zunahmen. Als die erſte Hälfte der Flüſſigkeit in dem Gefäße war, betrug die Abweichung 60° und ſie wuchs während des Nachfüllens der zweyten Hälfte nur noch bis zu 68°. Die gleichmäßigen Fortſchritte der Nadel beym Zugießen konnten nicht ganz genau beſtimmt werden. Dagegen gab aber der Rückgang der Nadel bey weitem beſtimmtere Reſultate, als die Flüſſigkeit mittelſt eines engen Hebers langſam wieder abgelaſſen wurde. Und wenn er dann den geöffneten Kreis von neuem ſchloß, gab er abermals (nach einem lebhaften Ausſchlage bis zu 125°) eine weſtlich ſtehende Abweichung von 68°. Herr Pohl ſchließt aus dieſem Verſuche, daß die Zunahme der Intenſität der

magnetischen Wirkungen des Schließungsdrahtes, der Zunahme der Quantität des flüssigen Leiters, oder der Stärke der chemischen Wirkung, verkehrt proportional sey. Er liefere also den Beweis von der innigen Vereinigung des Magnetismus mit dem chemischen Prozesse. Herr Prof. Gilbert bemerkt hierbey aber in einer Note ganz richtig, daß die Abweichung der Magnetnadel mittelst des Schließungsdrahtes, unter übrigens gleichen Umständen, zugleich nach den einfachsten bekannten Versuchen mit der Stärke der Elektricität des Apparates zu- und abnehme; daß aber auf diese Stärke der feuchte Leiter großen Einfluß habe, theils nach der Größe der Oberfläche, in welcher er die festen Elektromotore berühre, und dem mehr oder minder ausgedehnten oder unterbrochenen Zusammenhang seiner Theile, sey durch gute Versuche dargethan. Und hieraus erkläre sich der Erfolg des interessanten Versuches genügend, ohne daß man am chemischen Prozesse irgend einen Antheil an diesen Erfolg einräumen, geschweige denn eine innige Verknüpfung der magnetischen Wirkung mit dem chemischen Prozesse zuzugeben brauche. Vermöge man nicht, während alle Umstände, welche auf die Leitung der Elektricität durch den flüssigen Körper Einfluß hätten, ganz unverändert blieben, die Stärke der chemischen Wirkung des flüssigen Körpers auf die festen Elektromotore, und dadurch zugleich die Größe der magnetischen Wirkung zu verändern, so könne man auf diesem Wege schwerlich zu dem gewünschten Beweise gelangen. Dieses zu bewerkstelligen, möchte aber wohl unübersteigliche Schwierigkeiten haben.

Auch hat Herr Prof. Pfaff bereits früher *) einige Versuche vorzüglich in der Absicht angestellt, um den Einfluß des chemischen Prozesses auf die Größe der Ablenkung der Declinations-Nadel zu untersuchen.

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXVIII. S. 298 f. und Elektro-Magnetismus. S. 82 f.

Hierzu bediente er sich eines kupfernen Kastens von der Höhe und Breite von 4 Par. Zoll, und die schmale Seite nur ½ Zoll. In die Flüssigkeit tauchte er eine Zinkplatte ein, von welcher unter einem rechten Winkel die Zinkleitung fortging, und mit doppelter Biegung zum kupfernen Kasten zurückkam. Nach der Zeit hat Herr Pfaff diese Versuche von neuem unternommen, und die entscheidensten Resultate in dieser Hinsicht erhalten. Bey der Vergleichung dieser Versuche mit den bereits oben angeführten, wodurch er das verschiedene Leitungsvermögen der mancherley Flüssigkeiten für Elektricität bestimmt hat, wurde er zu dem Resultate geführt, daß der feuchte Leiter zunächst durch sein Leitungsvermögen die Stärke des elektrischen Stromes und die Größe der magnetischen Action bestimmte, daß dieses Leitungsvermögen ganz unabhängig von der chemischen Action desselben auf die festen Leiter sey, und daß die scheinbaren Ausnahmen von der Regel bloß davon abhingen, daß dann die Leiter selbst eine bedeutende Spannung verursachten, die im entgegengesetzten Sinne von der zwischen Zink und Kupfer wirkte. Folgende Tafel giebt das Maximum der Schwingungen nach der einen Seite hin und die Größe der Ablenkung bey dem endlichen Ruhestande für die verschiedenen Flüssigkeiten:

	Maximum	Ruhestand
Concentrirte englische Schwefelsäure	70	35
Mit vier Theilen Wasser verdünnt	130	72
Mit zehn — — —	90	50
Gesättigte schwefelsaure Zinkauflösung	130	72
—— —— Kupferauflösung	140	73
—— —— Eisenauflösung	125	60
Salmiakauflösung . . .	128	70
Pottaschenauflösung . . .	120	57

Aus diesen Versuchen erhellet, wie Herr Pfaff ganz richtig auf das deutlichste anführt, daß die Stärke der magnetischen Action durchaus nicht im Verhältnisse der chemischen Wirkung des feuchten Zwischenleiters stehe, denn die schwefelsaure Zinkauflösung, bey welcher

die chemische Action in jeder Hinsicht als Null betrachtet werden kann, indem sie als vollkommen neutrale und gesättigte auf den Zink selbst nicht mehr einwirken kann, und das Kupfer ebenfalls darauf ohne Wirkung ist, giebt fast die allerstärkste magnetische Action; ihr Leitungsvermögen für Elektricität ist aber auch den oben angeführten Versuchen zu Folge von vorzüglicher Stärke. Da außerdem die mit zehn Theilen Wasser verdünnte Schwefelsäure von so ausnehmend starker chemischer Wirkung ist, so hat sie gleichwohl den geringsten Einfluß auf den Magnetismus unter allen übrigen Flüssigkeiten, außer der Schwefelsäure. Ohne Zweifel hängt also die größere und mindere magnetische Action von der größern und mindern Leitung der Elektricität, und keineswegs vom chemischen Prozesse ab.

Es ließ sich aber auch erwarten, daß die Einwirkung des Leitungsdrahtes auf die Magnetnadel, so lange sie sich in dem Wirkungskreise desselben befindet, in verschiedenen Entfernungen auch verschieden seyn müsse. Wie weit sich ein solcher Wirkungskreis erstrecke, ist noch nicht ausgemacht. Im Allgemeinen scheint derselbe auf die Magnetnadel sehr erweitert zu seyn. Herr D. Seebeck *) nahm die Einwirkung des Leitungsdrahtes auf die Magnetnadel in größern Entfernungen von demselben zuerst wahr. Nachdem er die Nadel von dem Leitungsdrahte weiter entfernte, nahm die östliche der westlichen Declination immer mehr ab. Bey einer einfachen Galvanischen Kette, wo jede der beyden Metallflächen ungefähr 107 Quadratfuß betrug, fand er noch in 10 Fuß Abstand vom schließenden Stabe deutliche Einwirkung von dem Magnetismus des Apparates auf die Nadel. Bey dieser Gelegenheit machte Seebeck eine merkwürdige Bemerkung. Es werde nämlich eine einfache Galvanische Kette von Kupfer, Zink und einer Säure

*) Schweigger's Journal für Chemie und Physik. B. XXXII. S. 31 ff.

durch einen mitten über die Platten liegenden Stab geschlossen. Stellt man die Magnetnadel oberhalb des Stabes und führt sie in der Horizontalebene nach Osten und nach Westen fort, so nimmt die westliche Declination, welche mitten über dem Stabe am stärksten ist, sehr schnell ab, und wird an einem bestimmten Punkte Null; über diesen hinaus wieder östlich. Je näher dem Stabe der Punkt über demselben liegt, desto kleiner ist der Raum nach Osten und Westen zu, innerhalb dessen die Declination westlich bleibt, desto früher tritt der Nullpunkt ein, und über dieser hinaus östliche Declination. — Zieht man durch alle diese Nullpunkte, wo die Nadel in verschiedenen Höhen über dem Stabe sich wieder in den magnetischen Meridian stellt, eine Linie, so erhält man eine Curve, welche eine Hyperbel zu seyn scheint. Nur innerhalb dieser Curve findet man westliche Declination, außerhalb derselben dagegen überall östliche; die westliche Declination ist also auf einen viel kleinern Raum beschränkt als jene. Auf welche Art der Herr D. Seebeck diese besondere Erscheinung erklärt, soll weiter unten, wo die verschiedenen Theorien über den Elektro-Magnetismus anzuführen sind, angeführt werden.

Herr Arago *), welcher kurz nach der wichtigen Entdeckung des Herrn Prof. Oerstед neue merkwürdige Erscheinungen beym Elektro-Magnetismus wahrnahm, hat auch noch besonders auf den Umstand aufmerksam gemacht, daß sehr wahrscheinlich ein elektrischer Strom auch bloß in dieser Form auf die Magnetnadel eben so einwirken dürfte, als wenn er längs eines verbindenden Metalldrahtes hinflösse. Er räth daher an, daß Physiker, welchen sehr kräftige Volta'sche Säulen zu Gebote stehen, hierüber Versuche anstellen möchten. Herrn Davy **) ist nach mehreren hierüber angestellten miß-

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXVI. S. 322.

**) Ebendaselbst. B. LXXI. S. 244 ff.

glückten Versuchen, einer überraschend und überzeugend gelungen. Hierzu wurde die große Volta'sche Batterie der Royal-Institution, welche aus 2000 Doppelplatten Zink und Kupfer besteht, in Thätigkeit gesetzt, mittelst Wasser, wovon 1168 Theile mit 108 Theilen Salpetersäure und 25 Theilen Schwefelsäure versetzt waren. Die beyden Schließungsdrähte waren mit Kohlenstreifen versehen, und zwischen ihnen entstand ein Flammenbogen oder eine Säule elektrischen Lichtes, welche, je nachdem die Luft, worin sie hervorgebracht wurde, weniger oder mehr verdünnt war, eine Länge von 1 bis 4 Zoll hatte. Als er diesem Bogen oder dieser Säule einen mächtigen Magneten mit seinem einen Pole unter einem sehr spitzen gegenüber hielt, wurde sie von demselben mit einer rotirenden Bewegung angezogen oder abgestoßen, oder, wenn er die Pole in verschiedene Lagen versetzte, zum Umkreisen, nach demselben Gesetze, nach welchem solche Magnete auf cylindrische Platindrähte, die auf zwey Messerschneiden von Platina beweglich liegen, und welche während des Durchganges des elektrischen Stromes durch dieselben magnetisch geworden sind, wirkten. Als nämlich das negative Ende der Batterie rechter Hand stand, wurde die Flammensäule von dem Nordpole des Magneten abgestoßen, und von dem Südpole angezogen, und in verkehrter Lage der Batterie fand das Umgekehrte Statt.

Daß diese Bewegung lediglich in dem Magnetismus ihren Grund hatte, und nicht etwa darin, daß der Magnet durch Vertheilung elektrisch geworden wäre, bewiesen ihm mehrere Versuche mit weichem Eisen und andern Metallen, mit welchen, als er sie statt des Magnets nahm die Wirkung ausblieb. Es wirkte auf den elektrischen Bogen oder die Flammensäule der Magnet leichter und ihre Bewegung war schneller, wenn sie durch dichtere Luft hindurch ging, als wenn die Luft verdünnt war, und es war in jenem Fall das leitende Mittel, oder die Kette luftförmiger Theile viel kürzer.

Herr Arago *) hatte beym Wiederholen der Oerſted'ſchen Verſuche bemerkt, daß der elektriſche Strom auch in Eiſen- oder Stahl-Nadeln, welche vollkommen unmagnetiſch ſind, die magnetiſche Kraft in einem hohen Grade zu entwickeln vermag. Er hatte nämlich zum verbindenden Drahte einen ziemlich dünnen cylindriſchen Meſſingdraht genommen, und gefunden, als er mit ihm die Volta'ſche Säule geſchloſſen, daß in demſelben Augenblicke der Verbindungsdraht Feilſpähne von weichem Eiſen eben ſo anzog, wie dieß ein wirklicher Magnet gethan haben würde. Tauchte er den Draht in die Feilſpähne, ſo beladete er ſich mit ihnen ringsum, ſo daß er an Dicke bis zu der eines gewöhnlichen Federkiels zunahm. Sobald der verbindende Draht aufhörte, mit beyden Polen der Säule in Verbindung zu ſeyn, ließ er die Feilſpähne fallen. Daß an dieſen Wirkungen nicht etwa eine vorhergehende Magnetiſirung der Eiſentheile Antheil hatte, zeigte ſich dadurch, daß dieſe Feilſpähne von Drähten weichen Eiſens und von Stahldrähten nicht im mindeſten angezogen wurden. Eben ſo wenig beruheten ſie auf der gemeinen elektriſchen Anziehung. Denn wenn man ſtatt der Eiſenfeile Kupfer- oder Meſſingfeile oder Sägeſpähne nahm, ſo äußerte der verbindende Draht auf ſie nie die mindeſte Anziehung.

Wenn aber die Wirkſamkeit der Volta'ſchen Säule nachließ, ſo nahm auch die Anziehung, welche der verbindende Draht auf Eiſenfeile ausübte, ſehr ſchnell ab. Auch wirkte der verbindende Draht auf das Eiſen in der Ferne. Die bisher angeführte Wirkung findet nicht allein beym verbindenden Meſſingdrahte Statt, ſondern auch von Silber-, Platin- und andern Metalldrähten.

Uebrigens theilt der verbindende Draht weichem Eiſen nur eine Magnetiſirung von einer augenblicklichen Dauer mit; nimmt man aber kleine Stahltheilchen, ſo

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LXVI. S. 311 ff.

werden sie mannichmal bleibend magnetisch. Es war Herrn Arago gelungen, auf diese Weise eine Nehnadel vollkommen zu magnetisiren.

Der Herr D. Seebeck *) machte besonders aufmerksam auf die Lage der Eisenfeile, welche sie um den verbindenden Draht beym Anziehen annehmen. Die Feilspähne bildeten nämlich, wenn die Säule stark genug wirkte, concentrische Ringe um den Stab. Ueber oder unter dem horizontal liegenden Drahte ordneten sich dagegen die Feilspähne in parallelen, perpendikulär auf den Längendurchmesser desselben stehenden Linien. Dem Herrn D. Seebeck glückte es ebenfalls, mittelst eines schließenden Kupferdrahtes in den Stahlnadeln einen bleibenden Magnetismus hervorzurufen. Er fand nämlich, daß, wenn man Stahlnadeln queer an dem schließenden Kupferstabe, durch welchen der elektrische Strom sich ergießt, streicht, dieselben einen dauernden Magnetismus erhalten, und die Vertheilung der Pole auf eine gesetzmäßige Art mit der Richtung des elektrischen Stromes und mit der Richtung, nach welcher die Nadel gestrichen wird, verbunden sey. Geht die Richtung, nach welcher eine Nadel an dem von Norden nach Süden gerichteten schließenden Kupferstabe gestrichen wird, von Osten nach Westen, so erhält das Ende, mit welchem zu streichen aufgehört worden, den Südpol. Wird die Nadel von W. nach O. gestrichen, so erhält das Ende, mit welchem zu streichen aufgehört worden, den Nordpol.

Unterhalb des leitenden Stabes ist es umgekehrt; durch Streichen von O. nach W. erhält dieß Ende der Nadel den Nordpol, und von W. nach O. den Südpol. Wird eine Nadel an der Ostseite des Stabes aufwärts gestrichen, so bekommt das Ende, welches den Stab zuletzt berührte, den Südpol; — an der

*) Schweigger's Journal für Chemie und Physik. B. XXXII. S. 27 ff.

Westseite aufwärts gestrichen, erhält es den Nordpol. Die Nadel an der Ost- und Westseite abwärts gestrichen erfolgt das entgegengesetzte. Wie sich die Nadeln in den Zwischenrichtungen verhalten, ist aus den angeführten leicht zu erkennen. Ob der schließende Draht viereckig oder rund ist, ist gleichgültig. Bey stark wirkenden Säulen oder einfachen Elektromotoren braucht man auch nicht die Stahlnadeln auf dem Stabe selbst zu streichen, sie werden schon in einiger Entfernung darüber hingeführt, auf die angegebene Weise magnetisch.

Wenn also der elektrische Strom des von Norden nach Süden gerichteten leitenden Kupferstabes einer einfachen Kette von Norden nach Süden hinfließt; so erhellet, daß, wenn man eine unmagnetische Stahlnadel um den leitenden Draht in der Richtung von O. nach S. zu im Kreise herumführt, das Ende der Nadel, mit welchem man zu streichen aufhört, jedesmal den Südpol erhalten wird, bey welchem Punkte des Stabes man auch aufhören mag. Wird dagegen die Nadel in der entgegengesetzten Richtung von O. nach N. um den leitenden Stab im Kreise herumgeführt, so erhält dieß Ende den Nordpol. Versuche haben dieß vollkommen bestätigt. Es ist daher jeder Punkt des Stabes Nord- und Südpol zugleich, und keins von beyden ausschließend. Wo derselbe den Südmagnetismus erregt, ist er als Nordpol, und wo er den Nordmagnetismus erregt als Südpol anzusehen. Es giebt daher am ganzen leitenden Stabe nirgends feste Pole, oder einzelne Stellen an welchen entweder + M oder — M im Uebergewichte vorhanden wäre, — nirgends einen feststehenden magnetischen Kern. Es ist also ein polarer magnetischer Gegensatz zweyer entgegengesetzter Punkte am schließenden Stabe, oder in dessen Atmosphäre nur dadurch begründet, daß die Richtung des durch die Action der Kette erregten Magnetismus entgegengesetzt ist, daß + M nach der einen Seite und — M nach der entgegengesetzten Seite gerichtet ist. Wenn also bey der

Herumführung einer Nadel um den schließenden Stab dieselbe am zuletzt berührenden Ende + M erhielte, so muß + M in und um den Stab die entgegengesetzte Richtung haben. Ein Gleiches gilt für — M.

Aus diesem allen geht hervor, daß eine magnetische Atmosphäre, innerhalb und außerhalb des Stabes, um eine mitten durch den Stab gehende Axe, die als eine mathematische Linie gedacht werden muß, schwebt, und daß in dieser Atmosphäre + M die eine Richtung und — M die entgegengesetzte hat.

Es kann dieß Verhältniß auch kurz so ausgedrückt werden; jeder Punkt in der cylindrischen magnetischen Atmosphäre, welche den Stab erfüllt und umgiebt, ist + M und — M zugleich, nach der einen Seite zu + nach der entgegengesetzten —; so daß also auch alle von der Axe des Stabes ausgehende Radien in der perpendikulär auf dem Längendurchmesser des schließenden Messingstabes stehenden Ebene nach der einen Seite zu als + M, nach der andern als — M anzusehen sind.

Seebeck versuchte auch, ob der die Kette schließende viereckige Kupferstab auch wohl Eisen zu tragen im Stande sey. Eine jede Seitenfläche dieses Stabes hatte eine Breite von $4\frac{1}{2}$ Linie. Derselbe wurde mit zwey eben so breiten und 5 Zoll langen Schienen von weichem Eisen, welche kleine Stollen hatten, in der Art armirt, wie man Magnetsteine zu armiren pflegt. So vorgerichtet trug der Kupferstab an den Stollen einen Anker von weichem Eisen, dessen Gewicht 2 Drachmen und 10 Gran betrug, doch nur so lange, als die Kette geschlossen war.

Der Herr Prof. Ermann *) stellte ebenfalls an seinem Rotationsapparate Versuche mit sehr feiner und durch sehr zart gewebten Mousselin gesiebter Eisenfeile an, wodurch er auf dem sehr glatten Papiere, womit

*) Umriß ꝛc. S. 32 f.

der schmale schließende Leiter bedeckt war, Figuren erhielt, so wie sie Brugmans von einem parallel transversalen Magnetstab erhalten hatte.

Herr Faraday *) untersuchte, so wie Seebeck, wie sich der Magnetismus in den Leitungsdräthen von verschiedenen Formen durch ihre Wirkung auf Eisenfeile vertheile. In einem zu einer ebenen mit Seide von Innen nach Außen überspannenen Spirale gewundenen schließenden Drahte zeigte sich, vermöge dieser Prüfungsart, die magnetische Kraft ungemein verstärkt; an sie hing sich eine außerordentliche Menge Eisenfeile in kegelartiger Masse an, und auf die Magnetnadel wirkte sie an den entgegengesetzten außerordentlich mächtig. Wenn die ebene Spirale nicht ganz bis zum Mittelpunkte fortlief, so äußerte der innere Rand eine merklich größere magnetische Kraft als der äußere, sowohl auf den Pol einer Magnetnadel, als auf Eisenfeile. Eine sehr schöne und interessante Erscheinung geben mit ihr die letztern, wenn man die Spirale, durch welche sich der elektrische Strom eines einfachen wirksamen Elektrometers ergießt, mit ihrer ebenen Seite auf einem Haufen derselben legt; die Eisenfeile reihen sich dann in Linien, welche durch den Ring seiner Axe parallel gehen, und sich dann an beyden Seiten als Strahlen, rund nach der Kante zu, zusammenschließen, wo sie sich vereinigen, so daß sie genau die Linien darstellen, welche ein Magnetpol um die Seiten der Ringe beschrieben haben würde. Dabey stehen die Eisenfeile, welche sich in der Axe der Ringe befinden, aufrecht in lothrechten $\frac{1}{2}$ Zoll langen Fasern, eine wahre Axe des Ringes bildend, und weder hierhin noch dorthin strebend, indeß der zwischenliegende Theil ebenfalls lange Fasern bildet, welche sich vom Mittelpunkte abwärts biegen, desto stärker, je weiter sie von demselben entfernt sind.

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXXI. S. 156 ff.

Auch Humph. Davy *) hat diese Versuche weiter verfolgt. Er hatte nämlich bey Wiederholung der Oerstedschen Versuche gefunden, daß der fließende Platinadraht einer Volta'schen Batterie aus 100 Paar Platten 4 Zoll ins Gevierte, den Südpol einer gewöhnlichen Magnetnadel, unter welchen er gebracht wurde, stark anzog, und mit sich in veränderter Richtung der Nadel in Berührung erhielt, so daß mithin der Magnetismus der Erde überwältigt war. Dieß schien ihm nur daraus erklärbar zu seyn, daß der Draht selbst, während die Elektricität durch den Draht hindurch geht, magnetisch sey; und diese seine Vermuthung bestätigten auch directe Versuche. Er schüttete nämlich Eisenfeile auf ein Papier, und brachte sie nahe an den Schließungsdraht; dieser zog sie an, und da blieb eine große Menge derselben an dem Drahte hängen, so daß sie rund um ihn eine Hülle bildeten, welche 10 bis 12 mal dicker als der Draht selbst war. Sobald er die Verbindung aufhob, fielen sie augenblicklich herunter, ein Beweis, daß die magnetische Kraft gänzlich auf das Durchströmen der Elektricität durch den Draht beruhte. Der Platinadraht war ungefähr $\frac{1}{20}$ Zoll dick und 7 bis 8 Fuß lang, und in dieser Ausdehnung zog er überall Eisenfeile an. Auch Drähte, durch welche er einzelne Theile der Batterie schloß, zogen Eisenfeile an, und wirkten auf die Magnetnadel auf jeder Stelle des Schließungskreises.

Um Stahlnadeln mit Hülfe der Galvanischen Elektricität dauernden Magnetismus zu ertheilen, befestigte er an einem 11 Zoll langen und $\frac{1}{10}$ Zoll dicken Silberdrahte, mittelst seinem Drahte derselben Art Stahlnadeln in verschiedenen Richtungen, einige demselben parallel, andere mehr oder weniger in die Queere, theils über, theils unter denselben, brachte diesen Draht in den Schließungskreis einer Batterie von 30 Paaren Platten, jede 9″ lang und 5″ breit, und untersuchte nun mittelst Eisenfeile, ob

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXXI. S. 227 ff.

die Nadeln magnetisch waren oder nicht. Sie waren es alle. Die mit dem Drahte parallelen zogen die Eisenfeile eben so an, als der Draht, alle aber, welche an ihm in der Queere saßen, zeigten zwey Pole; und als er sie mittelst empfindlicher Magnetnadeln untersuchte, fand er, daß, als das + Ende der Batterie in Osten stand, der Nordpol in allen unter dem Drahte in Queer-Richtungen befestigten Nadeln an der Südseite, in allen über dem Drahte befestigten dagegen an der Nordseite desselben lag, und dieß war immer der Fall, unter welchem Winkel auch die Nadeln gegen den Horizont geneigt seyn mochten. Nach dem Trennen der Schließung behielten alle Nadeln, welche in Queer-Richtungen an dem Drahte befestigt gewesen waren, ihren Magnetismus ungeschwächt, indeß die parallel an ihm befestigten den Magnetismus eben so schnell als der Silberdraht selbst wieder zu verlieren schienen.

Nun befestigte Davy kleine Stücke Draht von Platina, von Silber, von Zinn, von Eisen und von Stahl in Queer-Richtungen an einem Platinadrahte, und brachte diesen in die Schließungskette derselben Batterie. An den Stahl- und Eisendrähten zeigten sich unmittelbare Pole wie in dem vorigen Versuche, nicht aber an den andern Drähten; sie wirkten bloß als Theile des Schließungskreises. Der Stahl behielt nach der Trennung der Kette seinen Magnetismus ungeschwächt; der Eisendraht verlor aber unmittelbar einen Theil seiner Kraft, und in sehr kurzer Zeit seine ganze Polarität.

Die Wirkungen blieben ganz dieselben, als er die Volta'sche Batterie in verschiedene Richtungen gegen die Mittagslinie stellte. War ihr + Ende rechter Hand, so fand sich in allen unter dem Schließungsdrahte in Queer-Richtungen befestigten Stahlnadeln dem Beobachter zugewendet der Nordpol, in allen über demselben befestigten Nadeln der Südpol. Und als er den Schließungsdraht so umdrehte, daß er immer der Länge der Batterie parallel blieb, bis er sich an der entgegenge-

setzten Seite derselben befand, ergab sich, daß dieselbe Seite des Drahts immer denselben Magnetismus besaß; denn in allen Queer-Richtungen rund um den Draht her, hatten immer je zwey parallele Nadeln, von denen die eine über, die andere unter dem Drahte, oder die an den entgegengesetzten lothrechten Seiten desselben befestigt waren, ihre gleichnahmigen Polen an den entgegengesetzt liegenden Enden. Er fand, daß es bey diesen Versuchen nicht nöthig sey, daß die Stahlnadeln den Schließungsdraht berührten; die Wirkung geschieht augenblicklich auch dann, wenn die Nadeln sich bloß nahe bey dem Drahte in Queer-Richtungen befinden, selbst wenn sie durch dicke Glasplatten von demselben getrennt sind. Eine Nadel die er nur einen Augenblick in einer Queerrichtung an den Draht gehalten hatte, fand sich eben so stark magnetisirt, als eine andere, die mit dem Drahte in einer solchen Richtung lange in Berührung gewesen war.

Vier dünne mit einander parallel laufende Platinadrähte, welche zugleich Theile eines mächtigen Volta'schen Kreises an einer Stelle desselben ausmachten, äußerten beym Schließen des Kreises auf gleiche Art Magnetismus, und die Stahlfeile, welche an den entgegengesetzten Seiten derselben sich angehangen hatten, zogen einander an: ein Beweis, daß diese Seiten im entgegengesetzten magnetischen Zustande waren. Wenn er daher zwey Volta'sche Batterien so stellte, daß ihre entgegengesetzten elektrischen Enden nahe bey einander, und ihre beyden Schließungsdrähte parallel waren, so stießen Eisenfeile, welche an zwey solchen Platinadrähten hingen, einander stark ab, indeß sie sich stark anzogen, wenn man dadurch, daß man den Apparat halb herumdrehete, ihre Enden von gleicher Elektricität an einander brachte. Noch stärker als in Eisenfeilen äußern sich diese Anziehung und Abstoßung in dünnen Stahldrähten, die sich an den Schließungsdrähten angehängt hatten.

Der Herr Prof. Schmidt *) hatte ebenfalls Verſuche angeſtellt, um dadurch die verborgene Vertheilung des Magnetismus im Schließungsdrahte mehr zu erläutern. Er bog unter andern einen Silberdrahte in die Form einer Spirale, deren einzelne Wirkungen $\frac{1}{2}$'' von einander entfernt waren. Von dem Ende der innern Wirkung erſtreckte ſich ein geradlinigtes Drahtſtück über die Hälfte der Spirale, ohne ſie zu berühren, nach dem Kupferpole, und von dem Ende der äußern Wirkung ein anderes Drahtſtück nach dem Zinkpole. Wurde nun Eiſenfeile gleichförmig auf eine Glastafel geſtreuet, und dieſe in eine Entfernung von $\frac{1}{2}$ bis 1 Zoll parallel unter die Spirale gelegt, und dann in kurzen Unterbrechungen die Kette geöffnet und wieder geſchloſſen, ſo fuhren bey jeder Schließung die Eiſentheilchen nach der Spirale, beſonders nach der innern Windung derſelben, in die Höhe, und bildeten, nachdem ſie ſich an die Windungen der Spirale und an einander anhingen, einen hohlen abgeſtumpften kegelförmigen Ring, deſſen untere Grundfläche die Glastafel, und deſſen abgeſtumpftes Ende am Ringe der Spirale war. Wurde auf einer Glastafel oder auf ein Blatt ſteifes Papier feine Eiſenfeile ganz gleichförmig geſiebt, alsdann die Glastafel dicht über die Spirale gehalten, und beym Schließen der Kette ſanft an die Tafel geklopft, ſo ordnete ſich die Eiſenfeile auf ihr zu einem ſchönen Stern, deſſen Mittelpunkt mit der Mitte der Spirale zuſammenfiel, und deſſen Strahlen ſenkrecht auf die Windungen der Spirale ſtanden.

Schon vor Davy hatten unter den franzöſiſchen Phyſikern die Herren Arago und Ampère β) gemeinſchaftlich Verſuche angeſtellt, Magnetismus in unmagneſiſirten Stahlnadeln mittelſt des Durchganges der Galvaniſchen Elektricität durch Bildungen des Schließungs-

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LXXII. S. 1.

β) Ebendaſelbſt B. LXVI. S. 514 ff.

drahtes aufzuregen, und in selbigen bleibend darzustellen. Da diese krumm gewundenen Leitungsdrähte bey den Untersuchungen des Elektro-Magnetismus eine sehr wichtige Rolle spielen, in dem sie nicht allein bestimmen, was für einen Weg der elektrische Strom zu machen habe, sondern auch die Kraft und ihre Richtung auf eine gesetzmäßige Art modificiren, so ist wohl vor allen Dingen nothwendig, um ihren Einfluß auf die elektro-magnetischen Erscheinungen genauer und bestimmter einzusehen, einige Erläuterungen vorauszuschicken, wodurch einige Ansichten, die sich auf sie beziehen, anschaulicher gemacht werden. Diese krummen Linien sind die Schraubenlinien und die Spirale, von welchen es zwey verschiedene Arten giebt, nämlich Rechts und Links gewundene. Herr Prof. Gilbert *) bemerkt ganz richtig, daß die Bedeutung von Rechts und Links gewunden bey Spiralen und bey Schrauben oder schraubenförmig gewundenen Drähten, etwas bloß Conventionelles sey, worüber man selten ganz genaue Bestimmungen finde. Folgende Erklärungen sind ganz allgemein angenommen worden:

1. Links gewunden nennt man eine Spirale, welche horizontal vor uns liegend und von Außen nach Innen verfolgt, ihre Windungen nach dem Körper zuwärts von Rechts nach links macht:

2. Links gewunden nennt man eine Schraube, die wenn sie aufrecht, d. h. mit ihrer Axe lothrecht vor uns steht, und von unten nach oben verfolgt wird, in den Theilen der Windungen, die nach dem Körper zuwärts gehen, von Rechts nach Links geht. Wird also diese Schraube horizontal, mit ihrer Axe von dem Körper abwärts gehend gelegt, und in dieser Richtung, d. h. von dem Körper ab nach vorn verfolgt, so bewegt man sich in den obern Theilen der Windungen von Rechts nach Links.

*) Annalen der Physik, B. LXIX. S. 212.

3. Beschreibt man sie in einer unveränderten Lage rückwärts, von dem vordern Ende nach dem Körper zuwärts, so würde man sich in den obern Theilen der Windungen von Links nach Rechts bewegen; dagegen wie vorhin von Rechts nach Links, wenn man sie zuvor umdrehte, so daß man wieder von dem Körper abwärts die Windungen verfolgte.

Nach diesen Bestimmungen wird es nun leicht seyn, die Richtung des elektrischen Stromes in seiner Bewegung durch Spirale und Schraubengänge, sie mögen Rechts oder Links gewunden seyn, genau anzugeben.

Herr Ampère hatte seinen theoretischen Ansichten über die wahre Beschaffenheit des Magnets zu Folge vermuthet, daß ein weit stärkerer Magnetismus in einer Stahlnadel erregt werden müsse, wenn man statt eines geradlinigten verbindenden Drahtes einen schraubenförmig gewundenen nähme, und dieselbe in der Axe der Schraube anbrächte. Arago und Ampère wanden daher den mittlern Theil eines Messingdrahtes in eine Schraubenlinie, und setzten die beyden geradlinigten Enden dieses Drahtes mit den Polen einer kräftigen horizontalen Volta'schen Säule in Verbindung, und erst nachdem dieß geschehen war, brachten sie eine mit Papier umwickelte Stahlnadel in die Spirale. Dieß geschah, damit man nicht den zu erwartenden Erfolg der im Augenblicke der Schließung des Kreises mittelst des verbindenden Drahtes Statt findenden elektrischen Entladung zuschreiben könne. Ueberdem war alles so eingerichtet, daß der schraubenförmige Theil des Drahtes sich während des Versuches stets in einer auf den magnetischen Meridian senkrechten Lage befand, so daß von dem Magnetismus der Erde hierbey kein störender Einfluß zu befürchten war.

Als die Nadel einige Minuten lang in der Spirale bey geschlossener Kette gelassen war, fand sie sich ziemlich stark magnetisirt. Die Lage der Pole ward durch die Beschaffenheit der Schraubenwindungen bestimmt.

In der rechts gewundenen Schraubenlinie lag der Nordpol nach der Seite hin, wohin der elektrische Strom sich bewegte, also nach der Kupferseite der Volta'schen Säule hin, der Südpol nach der entgegengesetzten Seite hin. In der links gewundenen Schraubenlinie dagegen fand gerade das Gegentheil Statt. Hiernach konnten sie in einer und derselben Stahlnadel eine Reihe mit einander abwechselnder Pole, oder sogenannte puncta consequentia, hervorrufen. Sie brachten nämlich in dem zur Verbindung bestimmten Messingdrahte an drey verschiedenen Stellen schraubenförmige Windungen an, jede in einer Länge von 5 Centimeter; die erste dieser Spiralen war rechts, die zweyte links, die dritte wieder rechts gewunden, und zwischen ihnen befanden sich geradlinigte Theile des Drahtes. Von einem Stahldrahte von 1 Millimétre Dicke wurde ein geradliniges Stück, welches so lang war, daß es vom Anfang der ersten bis zum Ende der dritten Spirale reichte, in diese drey Spiralen gebracht. Als nun der Galvanische Strom längs dieser Windungen umher kreiste, wurden die Theile des Stahldrahtes, welche sich in den Spiralen befanden, gerade so magnetisch, als hätten sie von einander getrennt in den Spiralen gelegen; denn dieser Draht zeigte, als er untersucht wurde, am einen Ende einen Südpol und 5 Centimétres weiter einen Nordpol, dann in einiger Entfernung noch einen Nordpol und 5 Centim. davon einen Südpol, endlich wieder einen Südpol und 5 Centimet. weiter hin, am andern Ende einen Nordpol. Hierbey bemerkt Herr **Arago**, daß der Einfluß, welchen ein längs den Windungen kreisender Galvanischer Strom auf den in ihnen eingeschlossenen Theil eines Stahldrahtes äußert, sich auch noch auf die benachbarten Theile erstreckt, so daß, wenn im verbindenden Drahte zwey Spiralen nur durch ein kurzes geradliniges Stück von einander getrennt sind, auch das diesem entsprechende Stück des Stahldrahtes magnetisirt wird, gerade so, als wenn die krei-

sende Bewegung, in welche die magnetische Flüssigkeit durch den Einfluß der Spiralen versetzt wird, noch über die letzte Windung hinaus fortgesetzt würde. Uebrigens führt Herr Arago noch an, daß er in einer unter einem geradlinigten Schließungsdrahte gebrachten und damit parallelen Stahldrahte auch durch einen sehr kräftigen Galvanisch-elektrischen Strom den Magnetismus ertheilen konnte. Bey seinen ersten weiter oben angeführten Versuchen dieser Art hatte er zwar in einer stählernen Nähnadel magnetische Pole erhalten; da ihm aber damals der Einfluß noch nicht bekannt war, den die Gestalt des verbindenden Drahtes auf den Erfolg hat, so bemerkt er, daß er ihn, damit die Stahlnadel sicherer gehalten werden konnte, einige Mal um die Enden derselben mehr gewunden hätte.

Aehnliche Versuche über die Magnetisirung von Nähnadeln durch schraubenförmig gewundene Schließungsdrähte unter verschiedenen abgeänderten Umständen sind von einer Gesellschaft italiänischer Physiker, im November 1820 und im Januar und März 1821, zu Florenz angestellt worden, nachdem zuvor von dem Herrn Prof. Pictet aus Genf im Spätjahr 1820 ihnen die Oersted'schen Versuche bekannt geworden waren *). Ihr Volta'scher Apparat war ein sehr kräftiger Kastenapparat aus zwey kupfernen Zellen bestehend, welche mit Wasser und $\frac{1}{10}$ Schwefelsäure gefüllt waren, und jede mit einer Zinkplatte von 29 Zoll Länge und 17½ Zoll Höhe versehen war, es befanden sich daher, wie Herr Gazzeri bemerkt, 4056 Quadratzoll Zink- und Kupferfläche in Wirksamkeit. Mittelst dieses Apparates wurde eine gewöhnliche Nähnadel binnen einer Minute in der Axe eines schraubenförmig, aus einem des Magnetismus nicht fähigen Metall bestehenden Schließungsdrahte so magnetisch, als durch eine zwey Minuten lang dauernde

*) Bibliotheque universelle. B. XVI. S. 101. herausgegeb. von Gilbert in den Annalen B. LXXI. S. 262 ff.

Wirkung. Sie wurde es auch dann, wenn sich der Schraubendraht und die Nadel unter Wasser, oder in zerstoßenem Eise, oder mit Schwefeläther begossen, oder mit Wachs, das beym Schließen schmelzte, umgeben befanden; oder wenn die Nadel in einer Glasröhre eingeschlossen, und diese an beyden Enden verschlossen war. Als die Schließungskette auf beyden Seiten der Schraube so verlängert wurde, daß sie 100 Zoll Länge hatte, wurde dadurch in der magnetisirenden Wirkung nichts geändert. Enge Schraubendrähte erhitzten sich stark, weite nicht, und magnetisirten doch in ihr befindliche Nadeln. Eben so wirkte ein schraubenförmiger Zinkstreifen.

Auch wenn die Schraubengänge eines Drahtes einander so nahe waren, daß kein Licht zwischen ihnen hindurchging, und sie gleichsam eine Röhre bildeten, wurden die Nadeln in denselben magnetisch. Sie wurden es gleichfalls in einem von Außen mit einem Stanniolblatt umgebenen Schraubendrahte; dagegen nicht in einem Blechcylinder, der einen Theil des Schließungsleiters ausmachte. In einer dünnen Messingröhre, die in den Schraubendraht gebracht war, wurden die Nadeln so stark magnetisch, daß sie von selbst nach dem nächsten Pole des elektromotorischen Apparates sich hinbegaben, welches aber nicht geschah, wenn sie sich in einer Glasröhre in demselben Schraubendrahte befanden. Auch in einem cylindrischen Stück Kohle in einen schraubenförmigen Schließungsdraht gebracht wurden sie stark magnetisch. In einem dreyeckig oder viereckig gewundenen Schraubendrahte wurde die Nadel so gut magnetisch, als in einem cylindrischen; in einem solchen aber, der abwechselnd hin- und hergehende Windungen hatte, wurde sie es nicht. In rechts gewundenen Schraubendrähten lag der Nordpol nach der Kupferseite, in links gewundenen nach der Zinkseite des Apparates zu. War der Schließungsdraht erst links, dann rechts, dann wieder links schraubenförmig gewunden, so verwandelte sich die Nadel in

der Axe desselben in drey Magnete mit an einander ungleich nahe liegenden Polen, wie sich beym Zerschneiden desselben der Länge der einzelnen Spiralen entsprechend zeigte. Bey Anwendung des doppelt so kräftigen Apparates des Marchese Ridolfi wurde eine Nadel in einem schraubenförmigen Schließungsdrahte in 30 Sekunden stark magnetisch; sie wurde aber nicht magnetisch, auch nicht in 5 Minuten, und es blieb zugleich auch alle Erhitzung des Schließungsdrahtes aus, wenn sie sich zwischen zwey Wasserzersetzungs-Apparaten befand, in welchen die Wasserzersetzung vorging; erst als diese beym Nähern der beyden das Wasser zersetzenden Drähte bis zur Berührung aufhörte, zeigte sich die Nadel magnetisch, und zugleich erhitzte sich der Draht durch die vereinte Wirkung der beyden großplattigen Apparate der Herrn Gazzeri und Ridolfi kamen zwey zugespitzte Kohlenstreifen, die sich an den Enden zweyer zum Schließen bestimmter Messingdrähten befanden, wenn sie einander sehr nahe gebracht wurden, in ein sehr lebhaftes anhaltendes Glühen. Es wurde der eine der beyden schließenden Messingdrähte an einer Stelle schraubenförmig gewunden, und mit einer Stahlnadel versehn; diese blieb aber unmagnetisch, ungeachtet die Kohlenstreifen zum Glühen gekommen waren. Eine einzige Schraubenwindung des Drahtes war schon hinreichend, den Magnetismus in einer in derselben befindlichen Nadel hervorzurufen, und zwar eben so gut in einer einzigen Windung eines glühenden Platindrahtes, als in der eines sich wenig erhitzenden Messingdrahtes. Nadeln an der Außenseite des schraubenförmigen Schließungsdrahtes zu magnetisiren, gelang Herrn Gazzeri nicht anders, als wenn zugleich eine Nadel in demselben vorhanden war, in welchem Falle die Pole jener Nadeln und dieser entgegengesetzt liegen. Daher schien es, als würden jene nur mittelst dieser magnetisirt.

Auch versuchte Herr Gazzeri eine Nadel längs eines gradlinigten messingenen Schließungsdrahtes in

fortdauernder Berührung mit demselben hinzuführen. Drehte er dabey die Nadel zugleich in die Runde, so blieb sie unmagnetisch; wurde sie aber immer rechtwinklicht auf den Draht gehalten, so schien sie wirklich magnetisch zu seyn. Aehnliche Versuche hatten bereits Seebeck, Davy, Arago und andere gemacht, die bereits angeführt sind

Ein ganz anderer Erfolg tritt aber ein, wenn die Stahlnadeln, Stahldrähte u. s. f. selbst einen Theil des schließenden Bogens ausmachen, so daß der elektrische Strom durch sie hindurchgehen muß, nicht aber neben demselben, in welchem Falle auch die Nadeln mit dem Leitungsdrahte durch dünne Drähte verbunden seyn können. Solche Drähte, welche einen Theil der Schließung ausmachen, werden, wie alle Schließungsdrähte auf die gewöhnliche Art magnetisch, ziehen Eisenfeile an, bewirken nach demselben Gesetze die Abweichung der Magnetnadel u. s. f.; in dem Momente des Aufhebens der elektrischen Strömung haben sie aber, so wie alle übrige Schließungsdrähte, nicht den geringsten Magnetismus mehr. Selbst Stahlstäbe, welche bereits gewöhnlichen Magnetismus nach ihrer Längenaxe besitzen, verlieren denselben, wenn sie einen Theil in der schließenden Kette ausmachen, und sich der elektrische Strom durch sie ergießt.

Der Herr Prof. Schweigger *) hatte gleich bey der ersten Wiederholung der Oerstedʼschen Versuche den Gedanken nach richtigen mechanischen Grundsätzen aufgefaßt, daß ein jedes, was bewegt, wenn es frey schwebt, schon durch Reaction sich selbst bewegen werde. Hierauf gestützt hing er einen Platindraht an einem sehr feinen Platindrahte über einer Boussole auf, und ließ die beyden Spitzen desselben zwey getrennte Schalen voll Quecksilber berühren. Durch diese Quecksilberschalen schloß er dann die Kette. Die Magnetnadel wurde abgestoßen

*) Neues Journal für Chemie u. Physik. B. XXXI. S. 5. f.

von dem über ihr schwebenden Platindrahte; jedoch die Reibung desselben am Queckſilber war zu groß, als daß der Platindraht ſich ſelbſt hätte bewegen können. Glücklicher gerieth der Verſuch durch eine Einrichtung von zwey ſehr beweglichen auf feinen Meſſingſpitzen ſchwebenden, meſſingenen Nadeln, wovon die eine mit der Zink- und die andere mit der Kupferplatte des einfachen Elektromotors verbunden waren, und die unter ſich ſelbſt durch einen feinen Draht in leitenden Zuſammenhang gebracht wurden. Befand ſich zwiſchen dieſen meſſingenen Nadeln (die eine oberhalb, und die andere unterhalb) eine Magnetnadel, ſo bewegte ſich die Magnetnadel nach Oſten, während ſich die beyden meſſingenen Drähte nach der entgegengeſetzten Richtung drehten. Uebrigens hängt die Größe der Schwingung von der verhältnißmäßigen Bewegung ab. Das am meiſten Bewegliche wird am ſtärkſten bewegt, und der Unterſchied kann ſelbſt unendlich werden, ſo daß entweder die Magnetnadel ganz allein ſchwingt, oder der umgekehrte Fall eintritt, wenn man ein Magnetſtäbchen als ſchwebende Magnetnadel anwendet, das ruhen oder ſich doch kaum merklich bewegen wird, während die Doppelnadel einen beträchtlichen Ausſchlag giebt. Nahm Herr Schweigger nun ſtatt einer beweglichen Magnetnadel einen kräftigen Magnet in die Hand, ſo konnte durch denſelben, je nachdem er von der einen oder andern Seite, mit dem Nord- oder Südpole genähert wurde, die Doppelnadel angezogen oder fortgeſtoßen werden. In einer gewiſſen Stellung fand Indifferenz der Anziehung und Abſtoßung Statt.

Herr Ampère *) hat dieſen Gegenſtand noch weiter verfolgt, und ihn unter allen möglichen Umſtänden in genauere Erwägung gezogen. Die Art, wie er ſich den Magnet dachte, nämlich als aus einer Menge elektriſcher Ströme beſtehend, die auf der geraden Linie

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LXVII. S. 227 ff.

durch seine beyden Pole senkrecht stehen, und um diese Axe des Magnets kreisen, gab ihm die Veranlassung zu versuchen, ob sich nicht die Wirkungen des Magnetes sollten nachahmen lassen mittelst schraubenförmig gewundener Leiter, so daß dieselben alle mögliche Erscheinungen eines Magnets darstellten, nicht allein in Hinsicht auf Richtung und Bewegung, sondern auch durch Einwirkung künstlicher Magnete, und des Erdmagnetismus. Zu dieser Absicht machte er folgende Vorrichtung: Ein Messingdraht wurde um zwey Glasröhren (Fig. 46.) ACB, und BEF schraubenförmig gewunden, und seine beyden Enden wurden, das eine durch die erstere, und das andere durch die zweyte Glasröhre hindurchgesteckt; das erstere, welches bey D herauskommt, geht lothrecht herab in das Queckſilber des darunter stehenden Bechers M, das andere, welches bey F hervortritt, erstreckt sich lothrecht aufwärts und mittelst zweyer rechtwinklichter Kniee in das Queckſilber des Gefäßes N, welches auf dem Träger POR steht. Beyde Drähte endigen sich mit Stahlspitzen, und diese gehen in das Queckſilber, es steht aber bloß die obere Spitze auf dem Boden ihres Bechers N auf. Das Queckſilber in den beyden Bechern wird mit den entgegengesetzten Enden einer Volta'schen Säule in leitende Verbindung gebracht. So lange nun der elektrische Strom durch diesen schraubenförmigen Draht hindurch ging, verhielt er sich gerade so wie ein gewöhnlicher Magnet, oder eine Magnetnadel; das eine Ende zeigte Nordpolarität das andere Südpolarität, und zwar lag der Nordpol, wenn man sich recht in die Richtung des elektrischen Stromes hineindenkt, zur Rechten, und der Südpol zur Linken. Diese Polaritäten zeigten sich durch die Anziehung und Abstoßung, welche die Pole eines genäherten Magnets darauf ausübten. Für die richtende Kraft des Erdkörpers hatte der Apparat nicht genug Beweglichkeit, und diese Kraft wirkte an einem zu kurzen Hebelsarm. Vorrichtungen dieser Art, wo der leitende Draht, nachdem er die Schraubengänge

gebildet hat, in gerader Richtung durch die Axe der Schraubengänge zurückgeführt wird, brauchte Ampère vorzüglich zur Begründung und Erläuterung seiner Theorie von dem Magnetismus und Elektromagnetismus. Wenn nämlich der elektrische Strom sich durch schraubenförmig gewundene Drähte bewegt, so bemerkt er, daß die durch jeden Schraubengang hervorgebrachte Wirkung aus zwey andern zusammengesetzt ist; nämlich erstens aus der eines parallel mit der Axe der Schraubenlinie fließenden elektrischen Materie, und zweytens durch die eines kreisförmigen Stromes, dessen Intensität die Kreislinie darstellt, welche der Durchschnitt ist einer auf dieser Axe senkrechten Ebene mit der Oberfläche des Cylinders, in der die Schraubenlinie sich denken läßt. Führt man also den leitenden Draht, nachdem er die Schraubengänge gebildet in der Axe derselben gradlinigt zurück, so hat der elektrische Strom in diesem geradlinigten Theile des leitenden Drahtes eine entgegengesetzte Richtung als die parallel mit der Axe gerichtete Seitenkraft, welche beym Fließen des elektrischen Stromes durch die Schraubenlinien thätig ist, und wird daher dasjenige anziehen, was dieser abstößt, und abstoßen, was dieser anzieht. Diese beyden Wirkungen werden sich folglich aufheben, und es wird allein die Wirkung der kreisförmigen Queerströmungen übrig bleiben, welche vollkommen ähnlich der Wirkung des Magneten sind. Dieß führt Ampère als Grund an, daß bey der Einrichdes angezeigten Instrumentes dasselbe genau die Wirkungen eines Magneten zeigte.

Da es den Herrn Ampère anfänglich nicht gleich gelungen war, den leitenden Draht eines elektrischen Stromes durch die Wirkung des Erdkörpers in Bewegung zu bringen, so suchte er andere Vorrichtungen zu erfinden, welche ihm auch diese Wirkung klär vor Augen legten. Seine mit diesen Apparaten angestellten Versuche hatte er bereits am 30. Octob. 1821. der königlichen Akademie der Wissenschaften in Paris vor-

gelesen *). Bey der Einrichtung dieser seiner neuen Apparate ging er von der Idee aus, daß, wie vorher angeführt worden, daß nicht eine Linie, sondern eine Ebene durch die Wirkung des Erdkörpers unmittelbar in eine bestimmte Richtung gedrehet werde, und daß die mittlere Wirkung des Erdmagnetismus an jeden Orte dahin gehe, die elektrischen Ströme so zu drehen, daß ihre Ebenen einer auf die Magnetnadel senkrechten Ebene parallel sind. Daher komme es darauf an, die Anordnung der Elektricität in dem Aequator der Magnetnadel nachzuahmen. Nach mehreren Versuchen glaubte er dieß auf eine einfache Art mittelst eines Kreises aus Kupfer oder Messingdraht, durch welchen der elektrische Strom hindurchgeleitet würde, darstellen zu können, welcher, wenn auch nicht ganz geschlossen, doch nicht weiter offen sey, als es unumgänglich erfordert werde, um durch Verbindung seiner Enden mit den beyden Enden einer Volta'schen Säule einen elektrischen Strom durch ihn hindurchleiten zu können. Zugleich überlegte er, daß die Gestalt des Umfanges gleichgültig sey wenn nur alle Theile derselben in einerley Ebene sich befinden; denn es kommt darauf an eine Ebene zu drehen und zu richten. Dieser leitende Messingdraht bildet einen Kreis von etwas mehr als $7\frac{1}{2}$" Halbmesser, welchen Ampere durch einen sinnreichen Mechanismus so eingerichtet hatte, daß wo sich mittelst seiner Stahlspitzen, welche in das Quecksilber von Platinaschälchen eintauchten, um eine eingebildete Axe frey und leicht drehen, und zugleich der elektrische Strom einer Volta'schen Säule durch eine besondere Vorrichtung so zugeleitet werden konnte, daß er in das eine Ende einging, den Messingkreis durchlief, und am andern Ende wieder herauskam. Zugleich hatte er einen andern festen Drahtkreis mit dem vorigen beweglichen so verbunden, daß derselbe genau in dem magnetischen Mittagskreise loth-

*) Ebendaselbst. S. 249 ff.

recht hing, und besonders dazu diente, um die Lage der auf dem magnetischen Meridian senkrechten Vertikalebene anzugeben, in welche der bewegliche Kreis durch die Einwirkung des Erdkörpers, wenn ein elektrischer ihn durchfließt, gebracht werden sollte. Hatte nun Ampère den beweglichen Kreis noch vor der Schließung der Kette in den magnetischen Meridian gebracht, so kam er nach Schließung derselben in Drehung, schwang einige Mal hin und hin, und blieb endlich in einer auf der Ebene des festen Kreises senkrechten Richtung stehen, so daß also seine Ebene nach dem magnetischen Osten und Westen gerichtet war. Nach welcher Seite das Drehen des beweglichen Kreises erfolgen soll, das hängt von der Richtung ab, in welcher der elektrische Strom durch den Kreis fließt. Will man dieß in voraus bestimmen, so denke man sich eine gerade Linie, welche durch den Mittelpunkt des beweglichen Kreises gehe, und auf der Ebene desselben senkrecht stehe. Befindet sich der bewegliche Kreis unter dem festen, so ist diese Linie in den magnetischen Meridian, und zwar so, daß wenn man sich den elektrischen Strom auf irgend einen Punkt außerhalb des Kreises wirkend denkt, das rechts von demselben liegende Ende dieser Linie (und mithin das einem Beobachter, der sich in den elektrischen Strom, das Gesicht nach der Linie im Mittelpunkte desselben gewendet, versetzt denkt, links liegende Ende dieser Linie) nach Norden zugekehrt seyn würde: wodurch die Richtung bestimmt ist, in welche sich der bewegliche Kreis dreht.

Auch war es Herrn Ampère darum zu thun, einen Apparat vom leitenden Drahte zu verfertigen, welcher mittelst des Durchganges des Galvanischen Stromes die Eigenschaft erhielt, daß er genau die Neigung des Ortes anzeigte. Zu dem Ende stellte er den Aequator der Neigungsnadel durch ein ohngefähr 11 Zoll breites und 22 Zoll langes Rechteck aus Messingdraht dar, welches mittelst stählernen Spitzen auf zwey Eisenplättchen, die auf

metallenen Füßen ruhten, leicht beweglich, und im Stande der Ruhe völlig horizontal war. In der Drehungsaxe saß eine Glasröhre fest, durch welche von der einen Seite des Ruhepunktes das Ende des Drahtes, aus welchem das Rechteck verfertigt war, hindurchgesteckt, und das Ende mit einer stählernen Spitze versehen war, welche eben die Umdrehungsaxe des Rechteckes auf der andern Seite ausmachte. Diese beyden stählernen spitzigen Zapfen waren mit etwas Quecksilber umgeben. Die beyden metallenen Füße, auf welchen die Eisenplättchen als Pfannen der beyden stählernen spitzen Zapfen des Rechteckes ruhen, werden mit Quecksilber in zwey kleinen Buchsbaumschaalen, und dieses mit den beyden Enden der Volta'schen Säule leitend verbunden. Damit sich das lange Drahteck nicht biege, befindet sich noch in der Mitte der Glasröhre, welche als Axe des Rechtecks dient, eine messingene Fassung, an welcher ein sehr dünnes und leichtes hölzernes Trapez befestigt ist, dessen spitze Enden die Mitten der der Glasröhre parallelen Arme des Draht-Rechteckes tragen. Bey Anstellung des Versuches mit diesem Apparate setzte Ampère das Drahteck vor dem Schließen der Volta'schen Säule in Schwingungen, damit es in die gehörige Gleichgewichtslage kam. Beym Schließen der Säule verließ es diese Lage, um sich mehr oder weniger in diese Lage zu versetzen, in welcher sich der Aequator einer Neigungsnadel in Ruhe befindet, und blieb in ihr nach einigen Schwingungen stehen, im Gleichgewichte zwischen der richtenden Kraft, welche die Erde auf dasselbe äußerte, und der Schwere, welche dann den Neigungsdraht etwas bog, wodurch der Schwerpunkt des Leiters etwas unter die horizontale Axe der Drehung herab kam. Sobald der Volta'sche Kreis geöffnet wurde, kam das Draht-Rechteck zu seiner ersten Lage wieder zurück, und geschah dieß nicht ganz genau, so ergaben alle Umstände des Versuchs, daß daran ein Biegen des Drahtes und Verrücken des

Schwerpunktes Schuld war, welches beym Oeffnen der Kette noch fortdauerte. In allen Fällen drehte sich das Ende einer auf der Ebene des Draht-Rechteckes senkrechten geraden Linie, welche sich rechts von dem elektrischen Strome befand (und folglich von Jemand, der sich in der Richtung des Stromes mit dem Gesichte nach der Axe der Drehung zugewandt befände, links) herabwärts, wie es der Nordpol eines Magnetes thun würde, den dieses Ende darstellt.

Daß ein schraubenförmiger Leitungsdraht, durch welchen der elektrische Strom hindurch fließt, alle Eigenschaften einer Magnetnadel erhält, wie das bereits Ampere mittelst seines vorher angeführten Apparates erwiesen hatte, wurde besonders noch durch eine sinnreiche Vorrichtung des Herrn de la Rive *) bestätigt. Sie besteht aus einer Korkscheibe, durch welche zwey 2 Linien breite Streifen Zink und Kupfer so gesteckt sind, daß sie unten 1 Zoll, oben 2 Linien weit aus dem Korke hervorragen. Ein mit Seide dicht übersponnener Messingdraht, den man um eine 2 Linien weite Röhre so gewunden hat, daß wenn man diese herauszieht, er etwa eine Länge von 6 Zoll annimmt, bildet die Drahtschraube, deren beyde Enden durch die Axe nach der Mitte der Schraube zurück, und hier durch zwey verschiedene Windungen herausgeführt sind. Die von der Seide befreyten Enden sind das eine zu oberst an das Kupfer, das andere an den Zinkstreifen, durch zwey- oder dreymaliges Umwinden befestigt, und der Schraubendraht wird so gebogen, daß die Korkscheibe im Schwimmen nicht umschlägt. Setzt man diesen Apparat auf Wasser, das mit Salzsäure etwas säuerlich gemacht ist, so bildet sich ein elektrischer Strom, der von dem Kupfer nach dem Zinke zu die ganze Länge des Drathes mit allen seinen Windungen durchfließt, auch selbst, wenn Drahttheile sich berühren, da sie durch die

*) Gilbert's Annalen der Physik. ꝛc. B. LXIX. S. 83.

Seide isolirt sind. Der Schraubendraht zeigt dann an dem einen Ende einen magnetischen Nordpol, und am andern einen Südpol, welche ein Magnetstab eben so anzieht und abstößt, wie die Pole eines andern Magnets. Je nachdem der Schraubendraht anders gewunden ist, findet sich der Nordpol an der Kupfer- oder an der Zinkseite.

Diesen kleinen von Herrn de la Rive angeführten Apparat hat der Stabsarzt Herr Raschig *) verbessert. Er umwickelte den mit Seide umwundenen Draht um einen Federkiel, damit das Gewicht möglichst gering sey, und zwar an beyden Enden desselben dicht an einander gegen 50 und mehrere Windungen, wobey der Zwischenraum zwischen diesen Endwindungen des Federkieles nur mit wenigen und sehr von einander stehenden Spiralgängen überspannen war; die Enden des Drahtes, die sich demnach an den beyden Enden des Kiels befanden, entblößte er nun so weit es nöthig war von der Seide, und verband das eine Ende mit einem kleinen silbernen Fingerhute, das andere durch mehrmalige Umwickelung mit einem kleinen Zinkstreifen, welcher unten mit etwas Löschpapier umwickelt ist, damit er beym Einbringen in den Fingerhut nicht mit dem Metall in eine unmittelbare Berührung komme. Das Aufhängen dieses Apparates geschieht mittelst eines Fadens gewöhnlicher gedrehter Seide, dessen Enden an den Enden des umwundenen Federkieles befestigt werden, und dessen Mitte an den Faden offener Seide so hängt, daß dieser sich längs desselben ohne Schwierigkeit hin und her schieben läßt, zum Bewirken des Gleichgewichtes des ganzen Apparates beym Aufhängen. Auch ist es am zweckmäßigsten den Fingerhut von der Mitte des Kieles an gewöhnlicher Seide herabhängen zu lassen, damit er den Schwerpunkt in die Mitte bringe, und die verdünnte Säure nicht verschütte. Nachdem dieß alles so

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXIX. S. 207 ff.

vorgerichtet ist, wird das Einfüllen der verdünnten Säure mittelst einer Glasröhre bewerkstelligt. Gewöhnliches Scheidewasser mit 4 bis 6 mal so viel Wasser verdünnt, wirkt schon sehr kräftig und anhaltend. Dieser Apparat zeigte sich ganz wie eine Magnetnadel. Er ward an einem Ende der Windungen vom Nordpol, an dem andern von dem Südpol eines Magneten angezogen und respective abgestoßen; ja Herr Raschig bemerkte an selbigen eine deutliche Einwirkung des Erdmagnetismus. Er richtete sich nämlich nach dem gewöhnlichen magnetischen Meridian, wobey er anfänglich Schwingungen machte, wie die Magnetnadel. Im Anfange dieses Versuches gingen auf jede Schwingung etwa 12 Sekunden, in der Folge aber wohl über ½ Stunde: Um große Beweglichkeit an diesem Apparate zu erlangen, darf man nur den Aufhängefaden gehörig lang machen. Der Herr Prof. Gilbert bemerkt hierbey, daß dieser Apparat vor dem de la Rive'schen allerdings Vorzüge habe. Die Gasentbindung sey in diesem letztern, an der unter dem Korbe in das säuerliche Wasser herabhangenden Zink- und Kupfer-Plättchen, bey bedeutender Wirkung so stark, daß die unter dem Korb sich ansammlenden Gasblasen den Schwerpunkt des im Wasser eingetauchten Theil des Apparates verrücken, und so wohl dadurch, als besonders auch durch ihr Entweichen, den Apparat in drehende und fortschreitende Bewegung versetzen. Bey diesen fremden Einwirkungen sey es nicht möglich wahrzunehmen, ob der Erdmagnetismus den Apparat zu drehen und zu orientiren vermöge oder nicht.

Der Herr Prof. Ermann *) bemerkt gleich im Anfange, daß zwar die bekannten Beobachtungen an einer gewöhnlichen Azimuthal-Nadel, welche außerhalb oder innerhalb des schließenden Bogens einer Galvanischen Kette aufgestellt werde, die ersten seyn, an wel-

*) Umriß ꝛc. S. 7 ff.

chen man den Uebergang von der chemiſchen Elektricität zum Magnetismus wahrgenommen habe; allein nichts deſto weniger ſey er feſt überzeugt, daß man zu einer klaren Anſicht des elektriſch-chemiſchen Magnetismus nur dann gelangen könne, wenn man von den Bewegungen einer frey ſchwebenden Galvaniſchen Kette ausgehe, die von einem dargebotenen Magnetpole angezogen oder abgeſtoßen werde. Denn weder dieſe Kette noch der in freyer Hand gehaltene Magnet, äußerten alsdann irgend eine telluriſche Beziehung. Prüfe man hingegen den elektriſch-chemiſchen Magnet mittelſt einer Bouſſol-Nadel, ſo ſey einleuchtend, daß die conſtante telluriſch-dirigirende Kraft der Bouſſole ſtets in Erſcheinungen mit verflochten ſey, und in jedem Azimuth verſchiedene Combinationen mit der elektriſch-chemiſch erregten Thätigkeit gehe; ſo daß es den Anſchein haben könne, als verändere ſich der Werth dieſer letzten in den verſchiedenen Azimuthen, während in der That ſich nichts geändert habe, als die relative Richtung und Entfernung beyder unter ſich. Um alſo reine Reſultate dieſes wichtigen Gegenſtandes zu erhalten, erdachte er ſich einen ſehr einfachen, von ihm genannten Rotations-Apparat, wo die elektriſch-magnetiſche Kette durch den dargebotenen Pol des Magneten bewegt wird. Ein ſchmaler Streifen Pappe wird ſo geſchnitten, daß er an dem einen Ende hinreichende Breite hat, um daſelbſt ein Loch einſchneiden zu können, in welches ein leichter ſilberner oder kupferner Becher befeſtigt wird. Ein ſchmaler Streifen Zinkblech oder Stanniol oder auch ein bloßer Metalldraht läuft von dem einen Ende des Pappſtreifens bis an das ausgeſchnittene Loch, wo er mit der äußern Fläche des Bechers mittelſt Stanniol oder Blattgold in einige Berührung gebracht wird. Dieſer Metallſtreifen oder Draht ſchlägt ſich am andern Ende des Pappſtreifens unterwärts zurück in einer gewiſſen Entfernung von der untern Fläche deſſelben und reicht ſo mit ſeinem andern Ende bis zum

Becher hin, in dessen verdünnte Säure er sich eintaucht mittelst einer in gut leitender Verbindung an ihn befestigten etwas bedeutenden Masse Zink, um die augenblickliche Auflösung zu verhüten. Die Fig. 46. giebt den Durchschnitt der Rotationskette; die punktirte Linie a b c d ist der von der äußern Fläche des Bechers, oberhalb und unterhalb des Pappstreifens bis zu der im Becher enthaltenden Säure reichende Metallstreifen oder Draht; f ist die zur Auflösung bestimmte Zinkmasse, welche mit dem Becher in keine Berührung kommen darf. Dieser Rotationsapparat hängt mittelst vier Fäden oder eines Bügels von Draht an einem möglichst feinen und gehörig langen Metallfaden, wodurch die Drehung hinreichend vermieden wird. Herr Professor Ermann konnte so wenig mit diesem, als mit seinem zweyarmigen Apparate, eine dirigirende tellurische Kraft wahrnehmen; ja er war damals nach eigenen theoretischen Ansichten sogar der Meinung, daß keine dirigirende Kraft für die elektrisch-chemischen Magnete möglich sey. Ohne Zweifel hatte dieser sein Rotationsapparat nicht Beweglichkeit genug. Dagegen wurde derselbe durch einen genäherten Magneten in eine Bewegung versetzt, in welchem Azimuthe er auch vorher geruht hatte, und zwar fand, je nachdem der Nord- oder Südpol von der rechten oder linken Seite des elektrischen Stromes her genähert wurde, Anziehung oder Abstoßung Statt. Im Allgemeinen ergab sich, daß, in Beziehung auf denselben Pol und dieselbe Seite des Magnets, welcher einwirkte, sich immer die Erscheinungen umkehrten, oder in die entgegengesetzten, Anziehung in Abstoßung, die östliche Ablenkung in die westliche verwandelten, wenn derselbe Pol das eine Mal innerhalb des Bogens, das andere Mal außerhalb, oberhalb oder unterhalb dem Apparate sich befand. Zwischen den beyden Polen eines Hufeisenmagnets schwang, in einer Lage desselben, der Schließungsdraht zwischen beyden Polen hin und her, ohne je einen derselben zu

berühren, als läge jedem seiner Pole ein gleichnamiger im Schließungsdrahte zugewendet, in der entgegengesetzten Lage beyder Pole des Hufeisenmagnets floh dagegen der Schließungsdraht nach einer Seite zu unaufhaltsam, wie durch Anziehung und gleich darauf erfolgende Abstoßung getrieben. Ein sehr starker Magnetpol, welchen man dem gleichnamigen Pole eines viel schwächern Longitudinal-Magneten nähert, kehrt diesen wie bekannt um und zieht ihn an. Herr Ermann fand in dem Rotations-Apparate hiervon nie eine Spur; ganz unverhältnißmäßig starke Magnete wirkten auf ihn nur schneller und stärker, brachten aber nie da, wo normale Abstoßung vor sich gehen sollte, Anziehung hervor. Für seinen von ihm genannten chemisch-elektrischen Leiter setzt er den Grund dieser Verschiedenheit vom Longitudinal-Magneten, in der steten Erneuerung derselben Bedingung, während des elektrisch-galvanischen Prozesses, wodurch trotz aller äußern Störungen in jedem Augenblicke dieselbe Vertheilung der Kräfte wieder eingeführt oder fest gehalten wird.

Besonders merkwürdige Versuche, die eigenthümliche Polarität eines Leitungsdrahtes in der Form eines Multiplicators darzustellen, hat Herr Raschig *) angeführt. An den beyden freyen Enden des Multiplicators hängen ein kleiner silberner Becher und ein Zinkstreifen, und der ganze Apparat ist an einem Faden offener Seide irgend wo aufgehangen, so daß er sich nach allen Weltgegenden drehen kann. Brachte er in die Nähe dieses Apparates, wenn er geschlossen war, einen Magnet, der einige Pfunde zu ziehen vermochte, so entstanden Anziehungen und Abstoßungen des Apparates. Hing die Ebene durch den Multiplicator lothrecht, so zog der Nordpol des Magnets ihn von der linken oder rechten Seite der Flächen an, je nachdem der elektrische Strom sich bewegte. Von der entgegengesetzten Seite that das-

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXVII. S. 435 f.

ſelbe der Südpol. Zwiſchen beyden Polen eines Magnets, z. B. eines Hufeiſens, gebracht, in der gehörigen Richtung, wurden beyde Flächen angezogen, und der ganze Multiplicator folgte ſehr bereitwillig dem Hufeiſen überall hin. Hing die Ebene des Apparats horizontal, ſo ſah man den ganzen Apparat vom Fingerhute aus in zwey Hälften getheilt, deren Grenzpunkte auf beyden Seiten gleich weit vom Fingerhute aus lagen. Die eine Hälfte ward oberhalb der Ebene vom Nordpol eines Magneten angezogen, die andere Hälfte gegenüber unterhalb der Ebene. Bey Annäherung des Südpols erfolgte das Gegentheil. An einem ſolchen Apparate, welcher etwa zuſammen mit dem ſelbſt aus 100 Umwindungen beſtehenden Multiplicator, dem ſilbernen Fingerhute, Zinkſtreifen und verdünnter Seite 4 Quentchen wog, hatte Herr Pfaff wahrgenommen, daß er ſich in den magnetiſchen Meridian ſtellt, welches Herr Raſchig damals, als er ſeine Verſuche bekannt machte, nicht bemerkt hatte.

Auch hat der Herr D. Seebeck *) den von Herrn Ampère angeſtellten Verſuch, die richtende Kraft der Erde in einer frey ſchwebenden Galvaniſchen Kette darzuſtellen, wiederholt. Erſterer bemerkt, daß dieſer Verſuch ſehr wirkſame Galvaniſche Ketten verlange, ſo wie auch der Draht nicht zu dünn ſeyn müſſe. Bey ſeiner erſten Wiederholung mit einem Drahte von 0,2 Linien Dicke erhielt er kein entſcheidendes Reſultat, obgleich jede Fläche der in chemiſcher Action befindlichen Platten 202 Quadratfuß betrug. Doch ſchon ein Drahtring von $\frac{3}{4}$ Linien Dicke und 8 Zoll Durchmeſſer mit derſelben Kette verbunden, die von Herrn Ampère angegebene Stellung an, nachdem er einigemal oscillirt hatte. Die Seite des Ringes, welche mit dem Kupferpol der einfachen Kette in Verbindung war, ſtand dann in Oſten, der, in welchem der Zinkpol eintrat, in Weſten. Wurde ein Magnetſtab mit ſeinem Südpol nach unſe-

*) Schweigger's neues Journ. für Chemie u. Phyſ. B. XXXVII. S. 29.

rer Sprache (+ M nach Herrn Seebeck) von Norden (+ M) her der innern Seite des Ringes in Osten oder Westen genähert, so ward der Ring angezogen. Umgekehrt verhielten sich Anziehung und Abstoßung, wenn der Nordpol (der Südpol nach Seebeck) des Magnetstabes dem innern und äußern Theil des Ringes von dieser Seite her genähert wurde. Wenn der Nordpol des Stabes (der Südpol nach Seebeck) von Süden her gegen den innern Theil des Ringes geführt wurde, erfolgte eine Abstoßung; eine Anziehung dagegen, wenn der Südpol (Nordpol des Hrn. Seebeck) des Stabes diesem Theile genähert wurde.

Ein besonders merkwürdiger hierher gehöriger Versuch wurde von dem Akadem. Herrn v. Kelin *) angestellt, bey welchem er mit Hülfe eines eigenen Apparates einen vollkommen indifferenten Zustand des Leitungsdrahtes in der geschlossenen Kette entdeckte. Er stellt den Draht in dem Zustande dar, in welchem sich die idiomagnetischen Metalle, als Eisen, Stahl, Nickel, Kobalt, vor der Berührung mit einem Magnete befinden. Dieser Indifferenzpunkt findet sich in einem ganz geschlossenen drehenden Bogen eines messingenen oder silbernen Leiters, dessen Anordnung die Fig. 48. darstellt. Der Bogen, welcher ganz fein und leicht gearbeitet seyn muß, dreht sich in den scharfen Spitzen a, b in Körnern der befestigten, mit den Zuleitungsdrähten e, f versehenen und isolirten Metallstückchen c, d. Es ist völlig gleich, ob der obere, oder der untere Draht mit Zink, oder Kupfer verbunden ist, und ob die Axen c, d des Bogens lothrecht unter einander, oder horizontal neben einander stehen; immer werden beyde Enden g, h (und überhaupt alle Seitentheile) des Bogens, sowohl rechts als links, von jedem Pole eines starken Magnetstabes angezogen, und nirgends ist Abstoßung. Die äußern und innern Kanten des Bogens, wie i i,

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXVIII. S. 23 f.

kk, zeigen dagegen keine Spur von magnetischer Ablenkung nach rechts oder links von der Ebene des Bogens. Der Grund, warum der Bogen magnetisch-indifferent sich verhält, liegt nach Herrn v. Relin darin, weil die beyden Bogenhälften durch ihren in jedem rechts und links der Axe gleich und entgegengesetzt liegenden Punkte, auf eine, einen elektro-magnetischen Gegensatz bedingende Weise elektrisch afficirt sind. Daß übrigens die an dem Bogen in jeder Hälfte sich auf gleiche Weise äußernde Anziehung gegen den Magnet, wirklich elektro-magnetisch, und nicht bloß elektrisch ist, erkennt sich dadurch, daß er außer dem Magnete selbst, weder Eisen noch Stahl, noch sonst einem angenäherten Körper folgt.

Der Herr Prof. Oerstedt *) hat diesen Versuch wiederholt, aber das nicht gefunden, was der Herr v. Relin entdeckt haben wollte, vielmehr bemerkt er, daß hierbey alles nach den gewöhnlichen bekannten Gesetzen erfolge.

Bey seinen ersten Versuchen hatte der Herr Prof. Schweigger auch besonders diese wichtige Seite in der Lehre des Elektro-Magnetismus aufgefaßt, des Magnets gänzlich zu entbehren **). Man kann nämlich, sagt er, die beyden beweglichen Messingnadeln (durch welche der elektrische Strom hindurch geleitet wird) wenn sie den elektrischen Kreis schließen, selbst auf eine ähnliche Art, wie eine Magnetnadel bey den ersten Versuchen Oerstedt's behandeln, und Drähte, durch eine zweyte Galvanische Kette elektrisirt, können diese leicht beweglichen Nadeln auf mannigfaltige Weise umschlingen. Gemäß dem allgemeinen physikalischen Grundsatze, daß diejenigen Punkte eines Körpers, die gleichartig abstoßend auf einen dritten wirken, sich selbst gegenseitig abstoßen

*) Schweigger's neues Journ. für Chemie und Phys. B. XXXIII. S. 130.

**) Neues Journal für Chemie und Physik. B. XXXI. S. 11.

werden, sollte man hier Wirkung erwarten. So mannichfaltige Versuche er aber auch hierüber anstellte, so konnte er doch zu keinem entscheidenden Resultate gelangen. Auch Herr Ermann α) untersuchte an seinen Rotationsapparaten die wechselseitige Einwirkung derselben auf Anziehung und Abstoßung, konnte aber keine Spur davon wahrnehmen. Er hing oft zwey derselben neben einander auf, fand aber nie Anziehung oder Abstoßung, während jede einzelne ganz entschieden auf den Magnet reagirte. Oft hing er die eine auf und prüfte sie mittelst einer andern in freyer Hand gehaltenen, die er ihr darbrachte außerhalb und innerhalb des Bogens und an denselben Stellen, wo eben ein sehr schwacher Magnet stark reagirte, aber immer vergebens; er sah nie eine unzweydeutige Bewegung entstehen. Sollte sich, fügt er hinzu, dieser Umstand bestätigen, so wäre er von großer Wichtigkeit; gleichsam als wenn das chemisch bedingte Agens unserer Versuche noch nicht der Magnetismus, sondern eine Modification der Elektricität, wo sie geeignet wird, bey gegebenen und von außen einwirkenden Magnetismus in seine Polaritäten einzugreifen.

Herr Ampère β) war bey der Untersuchung dieses wichtigen Gegenstandes glücklicher. Er führt an, daß er bey Versuchen mit zwey Volta'schen Säulen, in deren Schließungsdrähten er ein geradlinigtes Stück in jedem angebracht hatte, merkwürdige noch unbekannte Eigenschaften der elektrischen Ströme entdeckt habe. Das in dem einen war unbeweglich, das in dem andern aber ruhte auf Spitzen und war durch ein Gegengewicht leicht beweglich gemacht. Die beyden Volta'schen Säulen wurden so gestellt, daß diese beyden geradlinigten Theile der Schließungsdrähte sich parallel neben einander befanden, und daß der bewegliche sich

α) Umriß ꝛc. S. 29 f.

β) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXVII. S. 127 ff.

dem unbeweglichen nähern oder von ihm entfernen konnte, ohne aufzuhören, demselben parallel zu seyn. Ließ er nun zugleich den elektrischen Strom der einen Säule durch den erstern, und den elektrischen Strom der andern Säule durch den zweyten dieser Drähte gehen, so zogen die beyden geradlinigten Theile sich an, wenn beyde Ströme einerley Richtung hatten, stießen dagegen sich ab, wenn beyde Ströme in entgegengesetzter Richtung sich bewegten. Herr Ampère hat zum Beweise dieser Thatsachen mehrere sinnreiche Vorrichtungen angegeben, welche aber größtentheils zu sehr zusammengesetzt sind. Späterhin erdachte er einen einfachern Apparat, welcher die von ihm gemachten Entdeckungen deutlich darstellt, und dessen Brauchbarkeit auch vom Herrn Prof. Pfaff gerühmt wird. Diesen Apparat stellt die Fig. 49. vor. An beyden Enden des Leitungsdrahtes sind senkrechte Stahlspitzen angelöthet, deren obere, die wie ein Zapfen den beweglichen Draht trägt, in einer kleinen Kapsel oder metallenen Schale ruht; eben so steht die untere, welche sich senkrecht unter der erstern befinden muß, ohne sie zu berühren, mit einer ähnlichen Schale B vermittelst etwas Queckſilber, das man in diese gießt, in Verbindung; auf diese Art geht der elektrische Strom, welcher durch die metallene, mit dem positiven Ende der Säule verbundene Kapsel Z ankommt, durch den gebogenen Schaft ZA zu der Kapsel A und dem Drahte AaD, auf der einen Seite des Stückes Elfenbein oder lackirten Holzes K hinweg, das den Draht festzuhalten, und seine nahen Theile zu isoliren dient. Nachdem dieser Strom den ganzen Draht in der Richtung (Fig. 50.) EGM durchlaufen hat, kömmt er durch M nach der Kapsel B, indem er auf der andern Seite des Stückes K weggeht, und gelangt von da durch den Schaft BQC zu der Schale C, welche man mit dem negativen Ende der Säule in Verbindung bringt. Der Träger U, welchen die die Kapseln A und B tragenden gebogenen dickern Drähte oder Schäfte

durchbohren, muß aus einer, die Galvanische Elektricität hinlänglich isolirenden Substanz, wie aus Holz, Kork u. s. w. verfertigt seyn, es wäre denn, daß man die Schäfte durch Glasröhren führte, welche in diesem Träger stecken, wo er dann aus jeder beliebigen Substanz bestehen kann. Zur vollkommnern Verbindung zwischen dem Drahte und der Kapsel A muß man etwas Queckſilber in diese schütten, und überhaupt ist es gut, alle Stellen, wo zwey Theile des Volta'schen Kreises bloß durch Berührung mit einander communiciren, damit zu versehen, weswegen denn auch die Schaalen C und Z, von welchen aus die Zuführungs- und Abführungsdrähte nach der Säule hingehen, mit etwas Queckſilber versehen werden müssen. In Fig. 50 bemerkt man einen Draht, welcher in Form eines Rechtecks gebogen, und auf die eben beschriebene Art aufgehangen ist. Der elektrische Strom, welcher durch die Kapsel Z ankommt, durchläuft den ganzen beweglichen Draht in der Richtung ZADEGMBQC. Der Träger U, welcher die Kapseln trägt, in welche die Stahlspitzen des Leitungsdrahtes eintauchen, paßt wie ein Stöpsel auf eine Oeffnung K, die in das an dem Rahmen XTTY, welcher auf dem Fußgestelle XY steht, befestigte Bretchen H geschnitten ist. Die beweglichen Leiter, welche sich auf der Spitze, die sie trägt, umdrehen, werden fast einen ganzen Kreis beschreiben können, was für den Zweck der mit diesem Apparate anzustellenden Versuchen hinreicht. Das Fußgestelle dieses Apparates hat Herr Prof. Pfaff, von dem ich die Beschreibung desselben entlehnt habe, noch mit Stellschrauben zur genauen horizontalen Stellung versehen lassen, und das Criterium, daß die lothrechte Axe, um welche sich der bewegliche Leitungsdraht dreht, gerade durch seinen Schwerpunkt geht, wovon wesentlich die freye Bewegung nach allen Seiten abhängt, ist das Ruhen derselben in jeder Lage, welche man ihm giebt, und wenn man ihn in Bewegung gesetzt hat, das freye

Hin- und Herschwingen durch mehrere Oscillationen, ehe er zur Ruhe kömmt, indem er seine Bewegung durch das jedesmalige Anstoßen an die Schäfte, wenn er beynahe einen vollen Kreis beschrieben hat, unterhalten wird. Um die Wirkung der elektrischen Ströme, oder vielmehr der Leitungsdrähte, auf einander anschaulich zu machen, ist an demselben Gestelle ein zweyter fester, senkrechter Draht CILR angebracht, mit welchem MG und DE des beweglichen Drahtes parallel gehen, und von welchem dieser, wenn er ihm am nächsten steht, nur etwa zwey Linien entfernt ist. Stellt man nun den beweglichen Leiter so, daß der Theil DE desselben, in welchem der Strom wie in dem Drahte IL herabgeht, diesem letztern nahe sey, und schließt an dem einen oder dem andern Ende den elektrischen Kreis, so wird man sehen, daß der Theil DE des Leiters sich nach dem Drahte IL hinbegeben, und daß er, nachdem er diesen berührt hat, daran hängen bleiben wird; wird dagegen der bewegliche Leiter durch eine halbe Umdrehung in eine solche Lage gebracht, daß der Theil GM des beweglichen Leiters, in welchem der Strom aufwärts geht, in der Nähe des Drahtes IL, wo er herabsteigt, sich befindet, so wird GM zurückgestoßen werden, und sich von IL entfernen. Um zu vermeiden, daß sich der Einfluß der richtenden Kraft der Erde auf den beweglichen Leiter, welcher die Ebene DEGM in eine Lage zu bringen strebt, wo sie auf die Richtung der Magnetnadel senkrecht ist, und wo der Strom im untern Theile dieses Leiters von Ost nach West geht, nicht mit der Wirkung des Drahtes IL combinirt, muß man den Apparat vorher so stellen, daß die Ebene des Leiters gerade diese Richtung habe, und daß ferner, wenn der Strom von E nach G geht, der Punkt E östlich, und der Punkt G westlich sich befinde. In diesem Falle ist die den Leiter in Bewegung setzende Kraft der Erde völlig Null, indem man den elektrischen Strom nur durch diesen gehen läßt, zu welchem Ende man die

Dräthe, welche nach den beyden Enden der Säulen gehen, geradesweges nach den Schalen C und Z führt, ohne vorher den Strom durch IL fließen zu lassen, wo alsdann der in die angeführte Lage gebrachte Leiter unbeweglich bleiben wird. Will man hiernächst die Anziehung oder Abstoßung des Drahtes IL gegen den beweglichen Leiter versuchen, so muß man den letztern in der Lage lassen, in welche die Einwirkung der Erde ihn versetzt hat, und IL abwechselnd DE oder GM nähern; zu diesem Behuf stellt man den Rahmen XTTY bald östlich, bald westlich des beweglichen Leiters, wobey jedesmal der Träger U gedreht werden muß, wenn der Stand des Rahmens verändert wird. Auf diese Art bringt man IL bey unveränderter Richtung des elektrischen Stromes durch selbigen in die Nähe von DE oder GM, während diese immer ihre nämliche Lage und die unveränderte Richtung des elektrischen Stromes in ihnen behalten.

Ampère hat diese Versuche auf eine mehrfache Art angestellt, durch welche er bey allen mannigfaltigen Abänderungen das obige angeführte Resultat vollkommen bestätigt gefunden hat. Dem beweglichen Leiter gab er an seinem untern Theile besonders noch diese Einrichtung, daß er aus zwey Drahtstücken zusammengesetzt war, in deren einem der elektrische Strom von Ost nach West, und in dem andern von West nach Ost sich hinbewegte, wodurch die richtende Kraft der Erde gleichsam aufgehoben wurde, wegen der entgegengesetzten Wirkung auf beyde Hälften *).

Noch bemerkt Ampère, daß dieses Anziehen und Zurückstoßen, welches zwischen elektrischen Strömen Statt findet, wesentlich von dem verschieden sey, welches die Elektricität im Zustande der Ruhe erzeuge. Denn erstens höre ersteres augenblicklich auf, sobald man den

*) M. s. Handbuch der dynamischen Elektricität von Demonferraud. Leip. 1824. §. 4 ff.

leitenden Kreis unterbreche, und zweytens zeige es sich dem gewöhnlichen elektrischen Anziehen und Abstoßen darin gerade entgegengesetzt, daß bey dem gewöhnlichen die Elektricitäten entgegengesetzter Art sich anzögen, und gleicher Art abstießen, indeß beym Anziehen und Abstoßen der elektrischen Ströme gerade das entgegengesetzte Verhalten Statt finde; drittens, blieben in dem Falle, wenn Anziehung Statt finde und stark genug sey, um den beweglichen Leiter in Berührung zu bringen, beyde an einander wie zwey Magnete hängen, indeß ein positiv und negativ elektrischer Leiter, die sich anzögen, sich nach der Berührung sogleich wieder trennten; endlich viertens, gehe das Anziehen und Abstoßen zwischen zwey elektrischen Strömen in dem luftleeren Raume gerade so vor, als in der Luft, welches wiederum dem entgegen sey, wie sich zwey auf die gewöhnliche Weise entgegengesetzt elektrisirte Leiter verhielten.

Eine neue sehr merkwürdige Seite des Elektromagnetismus wurde durch Beobachtungen und Versuche demselben von dem chemischen Assistenten in der Royal-Institution zu London Herrn Faraday *) abgewonnen. Dieser bewies, daß eine rotirende oder kreisförmige Bewegung eines Leitungsdrahtes um den Pol eines Magnets und der Pole eines Magnets um einen feststehenden Leitungsdraht unter gewissen Umständen Statt finde. Es hatte nämlich Faraday bemerkt, daß, wenn ein Schließungsdraht lothrecht dem einen Pole einer frey schwebenden Magnetnadel allmählig aus der Ferne her genähert wurde, dieser Pol nach derjenigen Seite hin sich wendete, welche die an dem äußersten Ende wirkende Kraft mit sich brachte; wurde alsdann der Schließungsdraht immer weiter nach dem Mittelpunkte der Drehung der Nadel gebracht, entweder an der einen oder an der andern Seite derselben, so nahm das Bestreben sich in der ersten Richtung seitwärts zu bewegen

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXXI. S. 130 ff.

ab, und ward endlich Null, so daß in dieser Lage die Nadel ganz indifferent gegen den Draht war; weiterhin ging die Bewegung in die entgegengesetzte über, indem die Nadel kräftig zu der andern Seite des Drahtes hinüber zu gehen strebte.

Hieraus, sagt Faraday, gehe hervor, daß der Mittelpunkt der wirksamen Portion jeder der beyden Hälften einer Magnetnadel, oder ihr wahrer Pol, wie man ihn nennen kann, nicht am Ende der Nadel liegt, sondern allgemein ein etwas vom Ende entfernter Punkt ihrer Axe ist. Auch erkennt man hieraus, daß diesem Punkte ein Bestreben eigen seyn muß, um den Schließungsdraht in die Runde zu laufen; und also nothwendig auch dem Schließungsdrahte ein Bestreben um diesen Punkt zu rotiren. Und da an dem andern Pole dieselben Wirkungen zwischen Schließungsdraht und Nadel in entgegengesetzten Richtungen vor sich gehen; so ist klar, daß jeder Pol die Kraft auf den Draht zu wirken durch sich selbst hat, und nicht als ein Theil der Magnetnadel, oder weil er mit dem entgegengesetzten Pol verbunden ist. Aus diesen von Faraday gefundenen Thatsachen zieht er noch folgende Folgen: die wahren Pole eines Magnetes sind durch den ganzen Magnet bestimmte Mittelpunkte der Wirkung; zwischen einem Schließungsdraht und den beyden Polen eines Magnetes findet keine Anziehung Statt. Ein Schließungsdraht und ein Magnetpol müssen einer um den andern in die Runde laufen, wenn einer beweglich und dem andern nahe ist. Anziehung und Abstoßung von Schließungsdrähten, und wahrscheinlich auch von Magneten, sind zusammengesetzte Wirkungen.

Weil das Umherlaufen des Schließungsdrahtes um den Pol eines Magneten, und umgekehrt des Pols um einen Schließungsdraht eine Sache von der ersten Wichtigkeit ist, um die Natur der Kraft, welche sie gegenseitig auf einander ausüben, zu ergründen, so dachte Faraday auf verschiedene Mittel, dieß in Ausführung zu

bringen. Die Schwierigkeit, einen Theil des Schließungsdrahtes so schwebend zu machen, daß er bey fortdauernder Leitung des elektrischen Stromes durch ihn zugleich sich um einen Magneten in die Runde bewegen konnte, überwand er anfänglich dadurch, daß er das bewegliche Stück eines lothrechten Leitungsdrahtes, welches die Form eines doppelten Krummzapfens hatte, durch eine besondere Einrichtung um einen Magneten, welcher in die Axe desselben hineingebracht wurde, sogleich in eine drehende Bewegung brachte, als der elektrische Strom hindurch geleitet wurde, bis er an denselben anstieß; führte er alsdann den Magnetstab schnell auf die entgegengesetzte Seite, so drehte er sich weiter; ein Beweis, daß er immerfort in die Runde gegangen seyn würde, hätte nicht der Magnet über ihn hinausgeragt. Dieß Hinderniß entfernte Faraday durch eine kleine Abänderung des Apparates, so daß sich der bewegliche Theil des Schließungsdrahtes um den Pol eines kleinen Magneten, welcher in einem kleinen Quecksilbergefäß auf dem Boden desselben befestigt war, und lothrecht über die Quecksilberfläche um $\frac{1}{2}$ oder $\frac{3}{4}$ Zoll hervorragte, einen völligen Umlauf machte, während der bewegliche Theil des Schließungsdrahtes in dieses Quecksilber selbst eintauchte, von welchem aus zugleich die Verbindung mit dem Galvanischen Apparate unterhalten wurde. Herr Faraday hat nach der Zeit eine einfachere Vorrichtung zu dergleichen Versuchen ausgedacht, welche Herr Prof. Gilbert in einer Note mittheilt. Es besteht dieselbe aus einer kleinen Glasröhre von 3 Zoll Länge, an beyden Enden verschlossen, und enthält unten einen kleinen 2 Zoll langen Magnetstab (Fig. 51.) CD und etwas Quecksilber, in welches der mittelst eines Häkchens in dem Oehre E hängende Messingdraht mit seinem einen Ende sich etwas eintaucht. Verbindet man den Magnetstab und den obern Magnetdraht EP mit den Polen eines Volta'schen Apparates, so läuft der Draht EF um den Magnet sogleich, und so lange die Schließung

und die Kraft des Apparates dauert, umher. Faraday bemerkt noch in einem Briefe an Gilbert, daß er auf diese Art den Apparat in solcher Kleinheit darstellt, daß er ihn in einer $1\frac{1}{2}$ Zoll langen und $\frac{1}{3}$ Zoll weiten Glasröhre hermetisch verschließe, und gleichwohl sey er so empfindlich, daß ein einziges Paar kleiner Platten hinreiche das Kreisen hervorzubringen. Statt des Magnetes nehme er auch ein Stück weichen Eisendraht, und mache das eine Ende desselben dadurch nach Belieben nord- oder südpolarisch, daß er das äußere Ende mit dem Südpol oder mit dem Nordpol in Berührung setze.

Die Richtung, nach welcher der Draht in Faraday's Apparat in Bewegung kam, hing davon ab, welches von seinen Enden mit dem Zinke oder Kupfer des elektromotorischen Apparates verbunden war, und was für ein Pol des Magnetes wirkte. Wurde das obere Ende des Schließungsdrahtes mit dem Zinke, das untere mit dem Kupfer verbunden, so ging das Umkreisen, von oben herab gesehen, von der Linken zur Rechten, um den Südpol aber von der Rechten zur Linken.

Hiernächst versuchte Faraday auch, den Magnet um den Schließungsdraht umkreisend zu machen. Zu dieser Absicht wurde der untere Theil des Magnetstabes so mit Platin beschwert, daß der Stab lothrecht im Queckſilber schwamm, und der andere Pol sich eben über der Queckſilberfläche befand. Wurde nun das Queckſilber mit dem einen, ein lothrecht in dem Queckſilber stehendes Drahtstäbchen mit dem andern Metall des Elektromotors verbunden, und der schwimmende Magnet dem Stäbchen genähert, so fing der obere Pol sogleich an um diesen Draht in die Runde zu laufen, während der untere in einem solchen Abstande erhalten wurde, daß er keine störende Wirksamkeit äußern konnte. Die Richtung des Umkreises hing wiederum von dem Pole und von der Verbindung mit dem elektromotorischen Ap-

parate ab. Als das obere Ende des Drahtes mit dem Zink, das untere mit dem Kupfer verbunden war, lief der Nordpol von der Linken zur Rechten um den unbeweglichen Leitungsdraht herum, der Südpol dagegen von der Rechten zur Linken, und bey verkehrter Verbindung fand das Umgekehrte Statt. Auch mit schraubenförmigen Leitungsdrähten, welche nach der oben angeführten Ampère'schen Methode mit Hülfe eines elektrischen Stromes in wahre Längenmagneten umgeändert wurden, stellte Faraday Versuche an, und fand, daß sie mit ihren Enden einen Schließungsdraht gerade so, wie es ein magnetischer Pol thut, zum Kreislauf um sich her bringen.

Faraday sucht auch noch andere Erscheinungen, welche an den Leitungsdrähten wahrgenommen worden sind, durch eine rotirende Bewegung zu erklären. Er setzt nämlich dabey voraus, daß der Schließungsdraht an seinen entgegengesetzten Seiten entgegengesetzte magnetische Kräfte zeige, oder daß vielmehr jede beyder Kräfte rund um den Draht in derselben Richtung ununterbrochen fortgehn. Vorausgesetzt also, daß der Pol einer Magnetnadel sich uns mit den Eigenschaften der einen Seite des Schließungsdrahtes begabt darbietet, so müssen uns die Erscheinungen, welche er mit dem Schließungsdrahte zeigt, ein Mittel zur Analyse an die Hand geben, welches, wenn es recht angewandt werde, uns wahrscheinlich zu einer genauern Kenntniß von der Beschaffenheit der Kräfte führen dürfte, welche in den Magneten wirksam sind. Befinde sich nun ein Pol einer Magnetnadel nahe am Schließungsdrahte, so werde er um ihn herumgetrieben, indem er nach der Seite zu gehe, welche ihn anziehe, und von der Seite abwärts, welche ihn abstoße, d. h. der Pol wird zu gleicher Zeit angezogen und abgestoßen, und daher nähere er sich entweder dem Drahte, noch entferne er sich von demselben, da aber die beyden Kräfte von entgegengesetzten Seiten des Drahtes ausgehen, so laufe der Pol

vermöge seines zweyfachen Strebens von der einen Seite zurück zu weichen, und sich der andern zu nähern, in einem Kreise umher, in einem Sinne, der offenbar durch die Natur der Pole und die Verbindungsart des Drahtes bestimmt werde. — Herr Pfaff erinnert aber dagegen bloß, daß man nicht recht wisse, was Faraday unter dem Pole der Magnetnadel verstehe; oben habe er den Pol denjenigen Punkt einer jeden Hälfte der Magnetnadel genannt, der von einem Schließungsdrahte weder angezogen noch abgestoßen werde, und hier soll er vielmehr die Anziehung und Abstoßung, das ganze Phänomen des Umherkreisens, bestimmen. Dann stimme die Annahme zweyer solcher gegenüberstehenden Seiten von entgegengesetzten Eigenschaften am lothrechten Leitungsdrahte mit andern Erscheinungen nicht überein, der in Beziehung auf eine und dieselbe Seite einer Magnetnadel sich in seinem ganzen Umfange ganz gleichartig verhalte. Um aber auch hierüber in Beziehung auf die Rotation eine Bestätigung zu erhalten, traf Herr Pfaff eine Einrichtung, daß indem ein Magnet um einen lothrechten Schließungsdraht anfing zu kreisen, der Schließungsdraht in entgegengesetzter Richtung sich um seine Axe drehte. Es wurde durchaus nichts in der Geschwindigkeit und Richtung der kreisenden Bewegung geändert, ohngeachtet hier die gegenüberstehende Seite dem Magnetpole entgegen kam, und ihn nicht bloß zum Stillstande hätte bringen, sondern darauf noch zur Umkreisung in entgegengesetzter Richtung bestimmen müssen, sobald sie ihn in dieser Bewegung nun ihre Axe überschritten hätte. Daß Faraday unter diesen Seiten wirklich die einander gegen überstehenden verstehe, sehe man aus seinen Versuchen über das Verhalten zweyer oder mehrerer Leiter gegen einen Magnet oder unter einander, indem er bemerke, daß solche Schließungsdrähte, durch welche elektrische Ströme in gleicher Richtung gehen, in den einander zugewendeten Seiten sich wechselseitig zu neutralisiren schienen, indem, wenn man sie dicht an einander

lege, der Pol eines Magnetes rund um sie, wie um einen Schließungsdraht, rotire, und der größte Effect an den an einander entgegengesetzten Seiten beyder sey.

Nach Herrn Pfaff lassen sich alle diese sonderbaren Erscheinungen an den einzelnen Magnetpolen und Magnetnadeln, so wie an Leitungsdrähten, mit welchen uns Faraday bekannt gemacht habe, aus dem allgemeinen Gesetze der Rotation sehr gut erklären. Hiernach sind auch folgende von Faraday angeführte Phänome zu beurtheilen: wenn ein Pol in die Nähe zweyer oder mehrerer Schließungsdrähte, oder zwey Pole in die Nähe eines Schließungsdrahtes oder mehrerer gebracht werden, und rotirende Bewegungen erfolgen. Sie sind leicht darzustellen: man braucht nämlich nur eine Magnetnadel an dem einen Pole mit Platina zu belasten, bis sie lothrecht im Queckſilber so schwimmt, daß ihr anderer Pol nur noch etwas aus der Queckſilberfläche herausragt; oder man befestigt die Magnetnadel auf ein Stückchen Kork, das eben hinreicht sie auf Wasser in einem Gefäß schwimmend zu machen, auf dessen Boden sich etwas Queckſilber befindet, um die Drähte des elektromotoriſchen Apparates mit demselben in Verbindung setzen zu können. Werden daher zwey parallel neben einander befindliche Drähte entgegengesetzt mit dem Apparate verbunden, und man bringt den Magnetpol zwiſchen sie, so kreißt er um den, welchem er am nächsten kommt, dem allgemeinen Gesetze der Rotation gemäß umher, um den einen also nach entgegengesetzter Richtung als um den andern. Iſt er von beyden Drähten gleich weit entfernt, so muß er dem zu Folge in einer geraden Linie fortgetrieben werden, welche auf einer Ebene, die durch beyde Drähte gelegt iſt, senkrecht steht, und sich entweder ihnen nähern oder von ihnen entfernen. Geschieht das erstere, so geht er zwiſchen ihnen durch und entfernt sich dann wieder, so daß der sonderbare Schein entsteht, als werde er zuerst von beyden Drähten angezogen und dann abgestoßen. Wird hiernächst die

Verbindung der beyden Drähte mit dem elektromotorischen Apparate umgekehrt, so durchläuft der Magnetstab dieselbe gerade Linie in entgegengesetzter Richtung.

Nähert man einer Magnetnadel, die auf Wasser schwimmt, einen lothrechten Schließungsdraht, so dreht sich die Nadel mehr oder weniger in die Runde, bis sie eine Richtung senkrecht und queer durch auf den Draht angenommen hat, in welcher die Pole in einer solchen Lage sind, daß jeder derselben allein um den Draht im Kreise laufen würde, in dem Sinn, in welchem er sich würde bewegt haben dem obigen Gesetze gemäß. Die Nadel nähert sich dann dem Drahte, indem ihr Mittelpunkt (nicht einer der beyden Pole) in gerader Linie auf ihn zuschwimmt. Zieht man dann den Schließungsdraht heraus und setzt ihn an der andern Seite der Nadel wieder herein, so geht die Nadel in derselben geraden Linie fort, von dem Drahte sich entfernend, so daß in diesem Fall der Draht in jener Lage anziehend, in dieser abstoßend, auf die Nadel zu wirken scheint.

Außerdem hat auch Faraday versucht, die scheinbaren Anziehungen und Abstoßungen, welche Magnete und schraubenförmige Schließungsdrähte, die nach Art der Magnete mit zwey Polen versehen sind, gegen Magnetnadeln äußern, so wie die davon abhängigen Bewegungen, imgleichen die Art, wie sich Eisenfeile um dergleichen Magnetstäbe und schraubenförmige Schließungsdrähte anhängt, und sich an Schließungsdrähte, die als ebene Spiralen gewunden sind, anlagert, aus dem Gesetze der Rotation eines Pols um einen Schließungsdraht und umgekehrt abzuleiten, und insgesammt auf diese Art von Bewegungen zurückzubringen.

Die Versuche des Herrn Faraday sind vielfältig von mehreren Physikern wiederholt, weiter ausgeführt, und mit Hülfe neuer Apparate anschaulicher gemacht worden. Besonders hat sich um selbige Herr Ampère verdient gemacht. Sobald das in Fig. 51. abgebildete In-

ſtrument des Herrn Faraday in Paris bekannt wurde, ließ ſich Herr Ampère einen abgeänderten Apparat zur Wiederholung der Faraday'ſchen Verſuche verfertigen, welchen man in den Annalen des Herrn Gilbert's beſchrieben und abgebildet findet *). An denſelben wird ein leicht drehbarer Schließungsdraht in demſelben durch Einwirkung eines Magnetes, oder eines andern Schließungsdrahtes, oder ſelbſt der Erde fortdauernd um ſeine Axe gedreht, doch war aber die Bewegung immer nur ſehr langſam, weil der elektriſche Strom, der ſie mit hervorbrachte nur von zwey Elektromotoren von geringer Oberfläche erreget wurde. Nach der Zeit hat Herr Ampère um März 1822. den Apparat auf eine zweckmäßige Art ſo verändert, daß ſich ein elektriſcher Strom aus beliebig viel Paaren von Elektromotoren durch ihn hindurch leiten läßt. Hierdurch wurde die Bewegung viel ſchneller und beſtimmter, und mit Hülfe dieſes verbeſſerten Apparates hat Ampère ganz neue Erſcheinungen entdeckt **).

Dieſen verbeſſerten Apparat ſtellt die Fig. 52. dar. Das flache cylindriſche Gefäß mit offener Mitte, deſſen äußere Wand ABC, und deſſen innere, dieſer concentriſchen Wand, abc iſt, beſteht aus Zink, und iſt beſtimmt, die ſäuerliche Flüſſigkeit aufzunehmen, in welcher den Wänden deſſelben concentriſch, der kupferne Ring DHG an dem untern Ende des frey drehbaren Schließungsdrahtes DEFG ſchwebt. In der runden Oeffnung der Mitte des Gefäßes befindet ſich ein Kork, durch deſſen Axe der lothrechte Meſſingſtab TT gedrängt geſteckt iſt, damit man ihn in demſelben herauf und herab ſchieben könne. Sowohl an dem obern als an dem untern Ende dieſes Stabes befindet ſich eine kleine Schale S' und S, in welche Queckſilber geſchüttet wird, und in der obern ſteht eine ſtählerne Nadel, welche dem zweymal

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LXXI. S. 172 ff.

**) Ebendaſelbſt B. LXXII. S. 258 ff.

recht winklicht gebogenen kupfernen Drahte DEFG, an dem der kupferne Ring DGH schwebt, zur Axe der drehenden Bewegung dient. An das Gefäß sind drey horizontale Kupferstreifen gelöthet, durch deren jeden eine kupferne Schraube K, K', K'', geht, welche als Füße dienend, das Gefäß in horizontaler Lage ¼ bis ½ Zoll über dem runden Fußbrette zu erhalten bestimmt sind. Dieses mit drey starken Beinen versehene Fußbrett ist von doppelt so großem Durchmesser als das Gefäß, und hat in der Mitte ein rundes Loch, von eben der Größe als der innere hohle Cylinder abc des Gefäßes. An einem jener Kupferstreifen ist eine für Queckſilber bestimmte Schale S' angelöthet, welcher gegenüber auf dem Fußbrette eine ähnliche S''' steht. Um die Einwirkung eines festen Schließungsleiters auf den beweglichen Schließungsleiter DGH schneller nachzuweisen, umwickelt Herr Ampère den äußern cylindrischen Umfang des Zinkgefäßes ABC mit einem Kupferstreifen, der etwas schmäler, als der Umfang hoch, und ganz mit Seidenband überzogen ist. Dieser Streifen ist so lang, daß er sich 10 bis 12 mal um das Gefäß umherführen läßt, und an beyden Enden desselben befinden sich unbekleidete Theile, welche in das Queckſilber der Schalen S'' und S''' herabgehen. Soll nun der Versuch angestellt werden, so verbindet man eine dieser Schalen, z. B. S''', in welche der äußere Anhängsel des Kupferstreifens herabgeht, mit dem negativen Ende eines Volta'schen Apparates, und die unten am Stabe TT' befindliche Schale S mit dem positiven Ende. Ist dieß geschehen, so ist der Volta'sche Kreis geschlossen, und es steigt nun der positive elektrische Strom in dem Stabe TT'' hinauf, und in den beyden Armen ED, FG des drehbaren Schließungsdrahtes wieder herab, zu dem in dem säuerlichen Wasser des Gefäßes schwebenden cylindrischen Ring DHG, und strahlt aus diesem rings umher durch das Wasser hindurch nach der äußern Wand des Zinkgefäßes, um nach der mit ihr leitend verbundenen Schale

S'' zu gelangen, durchströmt dann die 10 bis 12 Windungen der kupfernen Spirale von innen und außen, und ergießt sich in die Schale S''' und gelangt aus ihr in das negative Ende des Volta'schen Apparates. Es wird also nun der Kupferring an dem beweglichen Leiter sogleich in eine rotirende Bewegung kommen, und zwar wird er sich fortdauernd nach dem entgegengesetzten Sinne drehen, als sich der elektrische Strom in dem spiralförmigen Kupferstreifen bewegt, so lange der Volta'sche Kreis geschlossen bleibt. Nun schiebe man die spiralförmigen Kupferstreifen um den halben Umfang des Zinkgefäßes fort, ohne irgend etwas anders an dem Apparate zu verändern, und tauche das Anhängsel in das Quecksilber der Schale S'', und das andere Anhängsel in die Schale S'''. Der elektrischen Strom durchfließt dann den beweglichen Schließungsleiter noch in der nämlichen Richtung wie zuvor, den spiralförmigen Kupferstreifen aber nunmehr von außen nach innen, nach dem entgegengesetzten Sinne als im vorigen Falle, in der That geht nun auch die Bewegung nach entgegengesetzter Richtung vor sich, wie zuvor; sie bleibt dagegen bey derselben Richtung wie zuvor, wenn man, ohne die Lage des spiralförmigen Kupferdrahtes zu verändern, entgegengesetzt schließt, indem man die Schale S''' mit dem positiven, die Schale S mit dem negativen Ende des Volta'schen Apparates verbindet. Nimmt man den spiralförmigen Kupferstreifen ganz fort, so ist nun der dem beweglichen Leiter durchfließende elektrische Strom ganz und allein dem Einflusse der Erde überlassen. Auch unter diesen Umständen erfolgte eine rotirende Bewegung, nur war sie langsamer, und bey Anwendung einer Volta'schen Batterie von zehn 4'' breiten und 6'' hohen Wollaston'schen Platten war die drehende Bewegung noch schnell genug, um sehr leicht bemerkt zu werden. Wenn der elektrische Strom durch die Arme DE und FG des beweglichen Leiters aufwärts fließt, so erfolgt das Umdrehen in demselben Sinne, in welchem die elektrischen

Ströme nach Ampère's Theorie die Erde umfließen, nämlich von Osten durch Süden nach Westen. Das Umgekehrte findet Statt, wenn der elektrische Strom bey entgegengesetzter Schließung durch diese Arme herabwärts strömt.

Statt des spiralförmigen Kupferstreifens gebrauchte Ampere auch einen Magnet, oder einen ganzen Bündel ähnlich liegender Magnetstäbe, den er lothrecht mit dem untern Ende so in das Schälchen S stellte, daß das obere Ende sich in der Oeffnung a b c befand. Die Richtung, in welcher der bewegliche Leiter rotirte, hing von dem Magnetpole, der in der Oeffnung war, und von der Richtung des elektrischen Stromes durch den beweglichen Leiter auf- oder abwärts ab. Dieselbe Wirkung, welche ein lothrechter Magnet äußerte, ließ sich auch erhalten, wenn man statt desselben mehrere horizontale Magnete auf das Bret des Fußgestelles unter dem Boden des Zinkgefäßes so anbrachte, daß die gleichnamigen Pole gegen den Mittelpunkt des Stabes T T″ gerichtet waren, mithin die Magnete wie Halbmesser eines Kreises lagen.

Auch war es endlich Herrn Ampère geglückt einen cylindrischen Magnetstab durch Einwirkung eines Schließungsleiters in eine fortdauernde Axenumdrehung zu versetzen. Den dazu bestimmten Magnetstab versieht er an beyden Enden in der Richtung der Axe mit Schraubenmuttern, und schraubt in die, welche sich an dem Pole befindet, der nicht mit in Wirkung kommen soll, ein Platingewicht ein, welches schwer genug ist, den Magnetstab lothrecht so in Queckſilber schwimmend zu erhalten, daß sein oberes Ende aus der Queckſilberfläche herausragt. An dem innern Umkreise des gläsernen Gefäßes, in welchem das Queckſilber mit dem schwimmenden Magneten sich befand, ging ein Kupferring bis zur Queckſilberfläche herab. Durch den Schließungsdraht ist der Magnetstab in der Axe des Gefäßes gehalten. Der elektrische Strom wird durch eine beson-

dere Vorrichtung durch den Schließungsdraht, den Magnet, das Queckſilber und den Kupferring hindurch geleitet. Auf dieſelbe Art konnte auch ein Schließungsdraht um ſeine eigene Axe in rotirende Bewegung verſetzt werden.

Herr Faraday *) hat zu ſeinem erſten Aufſatze noch einen Nachtrag geliefert, in welchem er anzeigt, daß es ihm ebenfalls gelungen ſey, einen Schließungsdraht ſo einzukitten, daß bey Schließung eines Volta'ſchen Kreiſes in eine rotirende Bewegung um den magnetiſchen Erdpol verſetzt wird.

Zugleich machte Faraday, einen von dem Mechanikus Herrn Newmann verfertigten Apparat bekannt, in welchem ſich zu gleicher Zeit das Umherkreiſen eines Schließungsdrahtes um den Pol eines Magnetſtabes, und eines Magnetpols um den Schließungsdraht darſtellen läßt. Es verdient derſelbe wegen ſeiner Einfachheit den Freunden der Phyſiker empfohlen zu werden. Man ſieht in Fig. 53. denſelben in dem vierten Theile ſeiner Größe abgebildet. Auf dem kleinen 6 Zoll langen und 3 Zoll breiten Fußbrette ſtehen an der Vorderſeite zwey Gläſer von der angegebenen Geſtalt, und in der Mitte der hintern Seite eine kleine 6 Zoll hohe Säule aus Meſſing, aus welcher oben ein horizontaler Draht nach vorn hervorgeht. Dieſer trägt einen zweyten ihn ſenkrecht durchkreuzenden horizontalen Draht, welcher über die Gläſer hingeht, und ſich mit zwey lothrecht herabgehenden Armen endigt, die ſich genau über den Mittelpunkten der Glasgefäße befinden. Das links ſtehende Glas iſt beſtimmt, daß ein Pol des Magnetſtabes in demſelben um einen feſten Schließungsleiter umherkreiſe. Es iſt im Boden durchbohrt, und hat hier ein kupfernes Stäbchen eingeſchmirgelt, das ein wenig in das Gefäß hineinragt, unten aber an einer kleinen Kupferſcheibe feſtgenietet iſt, auf der das Glas unmit-

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LXXII. S. 113. ff.

telbar steht. Eine zweyte Kupferscheibe befindet sich in dem aus Holz gedrehten Fußgestelle des Glases, und auf sie kommt die erstere zu liegen; die einander zugewendeten Oberflächen beyder sind verzinnt und amalgamirt, damit sie länger rein und glänzend bleiben und sich genau berühren. An dieser letztern Kupferscheibe ist in der Mitte ihrer untern Seite ein dicker kupferner rechtwinklicht gebogener Draht befestigt, dessen horizontaler Arm links abgeht, und eine der Verbindungen der Elektromotoren abgiebt. — Den cylindrischen Magnetstab, der zum Umkreisen gebraucht werden soll, und zu dem man einen kräftigen nehmen muß, befestigt man mit seinem einen Ende mittelst eines dünnen Drahtes an das in das Glas hineinragende obere Ende des Kupferstäbchens. Dabey sind Magnet und Draht so abzupassen, daß wenn man das Glas mit reinem Quecksilber beynahe voll gegossen hat, der obere freye Pol des aufrechten Magnetstabes nur wenig über die Oberfläche des Quecksilbers herauf ragt. Der Schließungsleiter, um den dieser Pol rotiren soll, befindet sich an dem linken lothrecht herabhängenden Arme des über den Gläsern schwebenden und von der Messingsäule gehaltenen horizontalen kupfernen Drahtes. Er reicht eben in die Quecksilberfläche in ihrem Mittelpunkte lothrecht herab, ist dünner, als der andere Theil des Drahtes, und wird, damit die Berührung gesichert sey, unten gut amalgamirt; und dasselbe geschieht auch mit dem kupfernen Stäbchen am Boden des Glases. Wird nun der eine Pol eines Volta'schen Apparates mit dem messingenen Pfeiler, und der andere Pol mit dem seitwärts gehenden Kupferdrahte verbunden, so fängt sogleich der obere Pol des Magnetstabes an um den in das Quecksilber eintauchenden Draht umherzukreisen, in einem Sinne, oder in dem entgegengesetzten, je nachdem die Verbindung gemacht ist. Das rechts stehende Glas, welches das Umherkreisen eines beweglichen Stücks eines Schließungsleiters um einen Magnetpol zeigen soll,

hat die Gestalt eines Weinglases, und längs der Axe des Fußes geht durch dasselbe eine cylindrische Oeffnung, in der sich ein kupfernes Rohr befindet. Dieses sitzt an der Kupferscheibe fest, welche unter dem Fuße des Glases an demselben gekittet ist, damit kein Queckſilber entweichen könne, und liegt, wenn das Glas auf seinem hölzernen Fußgestelle steht, ganz so, wie das des erstern Glases eingerichtet ist, auf einer andern Kupferscheibe, an deren unteren Fläche der mit dem Elektromotor zu verbindende, nach der rechten Hand zu abgehende, dicke Kupferdraht fest sitzt. Beyde Kupferscheiben sind an den sich berührenden Seiten verzinnt und amalgamirt. Das kupferne Rohr ist bestimmt einen kleinen cylindrischen Magneten in sich aufzunehmen, der so tief hineingeschoben wird, daß, wenn man das Glas voll Queckſilber gegossen hat, bloß der obere Pol desselben über die Queckſilberfläche heraufragt. Es befindet sich außerdem über dem Mittelpunkte dieser Fläche der an dem rechter Hand befindlichen Ende des horizontalen, über den Gläsern schwebenden Drahte, etwa ½ Zoll lothrecht herabgehende Arm. Dieser hat unten eine becherförmige Höhlung, deren Oberfläche gut amalgamirt ist. In diese Höhlung paßt ein Kügelchen, welches oben an dem dünnen Stück Kupferdraht angebracht ist, das um den Magnetpol umherlaufen soll, doch so, daß Raum genug zu freyer Bewegung bleibt, wie in den Gelenken. Der bewegliche Draht ist unten gut amalgamirt, und so lang, daß er eben in das Queckſilber eintaucht; durch Haarröhrchenkraft hält er so viel Queckſilber angehoben, daß bey aller Freyheit der Bewegung stets volle Berührung Statt findet. Bringt man das eine Ende eines Volta'schen Apparates mit der Messingsäule, das andere mit diesem rechter Hand gehenden Drahte in Verbindung, so daß der elektrische Strom durch dieses Drahtstück geht, so rotirt er augenblicklich um den darunter befindlichen Pol des Magnetstabes umher, in einem oder dem entgegengesetzten Sinne, je nach-

dem auf die eine oder die entgegengesetzte Seite geschlossen wird.

Als Faraday den links und den rechts abgehenden Draht dieses Apparates mit dem Hare'schen Calorimotor verband, welcher ihm zu seinen frühern Versuchen gedient hatte, kreiste der Draht so schnell um den Magnetpol, daß das Auge demselben kaum zu folgen vermochte. Ein Wollaston'scher Trogapparat von 10 Zoll hatte Kraft genug, den Draht und Magnetpol zugleich mit bedeutender Geschwindigkeit umher zu treiben.

Bey elektro-magnetischen Rotations-Versuchen hatte der Herr Prof. Pohl *) eine besonders merkwürdige Partial-Erregung beobachtet. Herr Pohl beschäftigte sich nämlich mit solchen Versuchen, in welchen das Drehen eines beweglichen Leiters von größerm Durchmesser um seine eigene Axe beabsichtigt wurde. Zu dem Ende wählte er einen sehr leichten cylindrischen Reif aus Kartenpapier, von 2'' Durchmesser und 1,5'' Höhe, der an dem einen obern Rande durch einen kreisförmigen, aus einer sehr dünnen Glimmerlamelle bereiteten Boden geschlossen war, und belegte die ganze Oberfläche dieses Körpers von außen und innen, mit Stanniol. In der Mitte des Bodens befand sich an der untern Seite eine kleine mit einer Spitze versehene Stahlplatte, und an der obern Seite ein kleines Cylindergefäß von sehr dünnem Stahlbleche. Mit der Spitze schwebte der äußerst leicht in horizontaler Richtung drehbare Cylinder auf einer kleinen mit Queckſilber gefüllten Stahlpfanne, welche von einem Drahte getragen wurde, den er mit dem Zinkpole der Kette verband, während ein mit dem Kupferpol der Kette verbundener Stahldraht in das gleichfalls mit Queckſilber gefüllte kleine Cylindergefäß von dünnem Stahlbleche tauchte. Auf diese Art konnte also die Leitung ihren Weg durch die gesammte Staniolbekleidung des Cylinders hindurch nehmen, und es mußte demnach der äußere Mantel desselben ein Circu-

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXXIII. S. 252 ff.

lar-Magnet werden, deſſen Nordpolarität ihn ringsum in der Richtung von Weſt durch Süd nach Oſt, ſo wie die Südpolarität in entgegengeſetzter Richtung umgab. Dieß zeigte auch eine vor die Südſeite des Cylinders hingeſtellte Declinationsnadel; denn durch jede Stelle des Mantels, welche durch das Umdrehen des Cylinders vor den Nordpol der Nadel gebracht wurde, bekam ſie im Augenblicke des Schließens eine lebhafte weſtliche Abweichung. Deswegen erwartete nun auch Herr Pohl, daß, wenn er einen ſtärkern Magnet mit ſeinem Nordpol irgend einer Stelle des Mantels näherte, der Cylinder in entgegengeſetzte Richtung, nämlich von Weſt nach Süd und Oſt umhergetrieben würde. Allein dieß geſchah nur, wenn der Magnet vor Stellen in einer beſtimmten Gegend des Mantels, die etwa $\frac{1}{6}$ ſeines ganzen Umfanges betrug, gehalten wurde. In der Nähe dieſer Stellen zur Rechten und Linken derſelben, bewirkte er dagegen eine ganz entgegengeſetzte, und vor andern entferntern Stellen gar keine, oder nur eine ſehr ſchwache, normale Bewegung. Durch eine genaue Prüfung überzeugte ſich Pohl, daß hier, außer der durch die Magnetnadel bewieſenen allgemeinen Erregung, noch eine durch Localumſtände begünſtigte Partialerregung innerhalb der erwähnten Gegend mit im Spiele war. Die vertikalen Grenzen dieſer partial erregten Gegend verhielten ſich wie zwey mit der Cylinderaxe parallele polare Linien, die eine nord- die andere ſüd-polar, und ſie lagen der Polarität der allgemeinen Erregung homolog; d. h. wenn z. B. der Cylinder ſo gedreht wurde, daß die partial erregte Gegend an der Südſeite deſſelben war, ſo befand ſich die nordpolare Linie öſtlich, die ſüdpolare weſtlich von der Mitte dieſer Gegend. Wenn er in dieſer Lage den Magnetſtab mit dem Nordpole vor die öſtliche Nachbarſchaft der Nordpolarlinie brachte, ſo wurde die Polarlinie nach Weſten hin abgeſtoßen, und der Cylinder rückte einige Grade von Oſt durch Süd nach Weſt um ſeine Axe fort. In

eben der Richtung wurde er auch durch die Anziehung der Südpolarlinie gerückt, wenn der Nordpol des Stabes der westlichen Nachbarschaft dieser Südpolarlinie genähert wurde. Wenn er aber denselben Pol vor einer Stelle zwischen den beyden Polarlinien, z. B. vor die Mitte der partial erregten Gegend brachte, so wurde die Nordpolarlinie nach Osten abgestoßen, die Südpolarlinie zugleich eben dahin angezogen, und der Cylinder bewegte sich nun sehr leicht von West durch Süd nach Ost um mehr als 90°. Hielt er alsdann an der Ostseite des Cylinders den Nordpol eines zweyten Stabes in Bereitschaft, so wurde durch diesen die in seine Wirkungssphäre geworfene partial erregte Stelle und mit ihr der ganze Cylinder abermals in derselben Richtung um eben so viel weiter um seine Axe gedreht, und durch vier in gleichen Abständen um den Cylinder gestellte, mit dem Nordpol ihm zugekehrte Stäbe fand alsdann eine anhaltende Rotation Statt.

Herr Pohl hatte drey solche Stanniolcylinder von 1,5, von 2 und 2,5 Zoll Durchmesser verfertigt, die alle übereinstimmende Erscheinungen zeigten, und der elektromotorische Apparat bestand aus einer Zinkplatte, zwey Kupferplatten und zwischenliegenden mit verdünnter Schwefelsäure getränkten Pappscheiben von 12,5″ Länge und 12,5″ Breite. Daß die Partialerregung, wenigstens der Lage nach, von Localumständen abhängig sey, ersah er, als er an dem kleinsten seiner Cylinder die Leitung oberhalb der partial erregten Gegend durch einen Einschnitt in den Stanniol unterbrach; die Partialerregung war nun in dieser Gegend verschwunden, hatte sich aber dafür auf die entgegengesetzte Seite des Cylinders geworfen, wo sie sich eben so, wie an dem bisherigen Orte geltend machte, auch lag merkwürdiger Weise an den beyden größern Cylindern die südpolare Linie gerade in der Nath, in welcher die beyden kürzern Seiten des cylindrisch gebogenen Stanniol-Rechteckes zusammenstießen. Bey diesem Beobachten schien ihm

der Umstand am merkwürdigsten, daß die Magnetnadel durch die Partialerregung nicht afficirt wurde, sondern vielmehr vor den Polarlinien und in ihrer Nähe ziemlich dieselbe normale Abweichung wie vor jeder andern Stelle des Cylinders bekam. Herr Pohl ist geneigt, diese elektro-magnetische Partialerregung einem bestimmten Quantum der Elektricität der Kette zuzuschreiben, das gleichsam als überschüssige Thätigkeit nicht schnell genug dazu gelangen kann, sich durch die ganze Metallmasse des schließenden Gliedes zu verbreiten, sondern durch zufällige Nebenumstände bestimmt in einer Linie oder durch einen Theil der Fläche an der Außenseite des Leiters nimmt, und so die polaren Linien bildet.

Da den bisher angeführten Versuchen und Beobachtungen zu Folge die Galvanische Elektricität auf den Magnetismus einen so merkwürdigen Einfluß hat, und so mancherley verschiedenartige Bewegungen zum Theil in Magneten zum Theil in Schließungsleitern hervorbringt, so läßt es sich natürlich denken, daß sogleich bey der Oersted'schen Entdeckung der Gedanke rege werden mußte, ob sich nicht dieselben Erscheinungen auch durch die Maschinen-Elektricität hervorrufen ließen, besonders da mehrere Physiker die Galvanische und die Maschinen-Elektricität für identisch hielten. Auch ließ sich damit der Gedanke verknüpfen, daß man dadurch zugleich einen Probirstein auffinden könnte, ob wirklich beyde Elektricitäten vollkommen einerley Eigenschaften besitzen, oder ob sich eine Verschiedenheit finde, und in welcher diese bestehe. Der Herr v. Relin *) war der erste, der mit der gewöhnlichen Maschinen-Elektricität dergleichen Versuche anstellte. Wandte er zu dieser Absicht einen ununterbrochenen gleichförmigen elektrischen Strom, welcher unmittelbar von dem ersten Leiter der Maschine kam, dazu an, so war es ihm, aller angewandten Mühe ungeachtet, nicht möglich, nur die ge-

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXVIII. S. 21.

ringste Spur von Magnetismus in einer Stahlnadel rege zu machen, ungeachtet er wohl die Maschine eine volle Stunde lang in ununterbrochenem Gange erhalten ließ. Durch den auf die gewöhnliche Art geführten Oerstedʼschen Draht, wenn er durch gewöhnliche Glas- oder Harzelektricität elektrisirt wurde, konnte er die Magnetnadel zu der bekannten eigenthümlichen Abweichung nicht bringen, ohne daß sie auf andere, als die gemeine Art angezogen würde. Er hat die E nach allen Abstuffungen des Grades der Stärke, bey Drahten der verschiedensten Stärke, Entfernung und Windung, unmittelbar und durch verschiedenartige Mittel auf die Nadel einwirken lassen, aber zu keinem Resultate gelangen können, er mochte + E und — E allein, oder beyde vereinigt zur Anwendung bringen.

Eben so fand auch Davy α), als er den ersten Leiter einer mächtigen Elektrisirmaschine mit der Erde durch einen feinen Draht verband, und sehr kleine Nadeln an demselben in die Queere anbrachte, keine Spur von Magnetisirung derselben.

Ferner bestätigte Herr D. Seebeck β) durch seine Versuche, daß die bloße Maschinenelektricität in ihrem ununterbrochenen Strome nicht im Stande ist, den Magnetismus in Stahlnadeln hervorzurufen.

Mehrere Versuche wurden besonders vom Herrn Professor Pfaff in Kiel deswegen mit aller Sorgfalt angestellt. Seine große Scheibenmaschine war von einer solchen außerordentlichen Stärke, daß beynahe bey jeder Witterung aus dem ersten Leiter auf die große Kugel des Funkenziehers anhaltend dicke Funken von 15 bis 16 Pariſ. Zoll überschlagen, von welcher also ein glücklicher Erfolg zu erwarten war. Er verband Drähte von verschiedener Dicke unmittelbar mit dem

α) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXXI. S. 233.

β) Abhandlungen der Akad. der Wiss. zu Berlin von 1821–1822. S. 333.

Einsauger, und machte zugleich eine so vollkommene Ableitung, wie möglich, nach dem feuchten Boden. Diese Drähte, durch welche fortdauernd die durch schnelles Umdrehen der Maschine so reichlich erzeugte Elektricität abfloß, zeigten aber nicht die geringste Wirkung auf die Magnetnadel. Auch wurden mit Seide umwickelte Stahlnadeln, so wenig der Queere, als der Länge nach an jene Drähte befestigte oder in schraubenförmigen Windungen solcher Drähte eingeschlossene, im geringsten magnetisch. Es machte keinen Unterschied, ob er diese Drähte, durch welche beständig der elektrische Strom hindurch floß, lang oder kurz nahm. Nunmehr glaubte er mit Hülfe eines Multiplicators einen bessern Erfolg zu erhalten. Allein so mannigfaltig er auch die Versuche mit diesem abänderte, so wenig konnte er eine Einwirkung wahrnehmen. Es wurde nicht die leiseste Bewegung einer Magnetnadel durch einen Multiplicator von 200 Windungen hindurch gehenden elektrischen Strom seiner Maschine bewirkt. Dieß Resultat war um so auffallender, da der elektrische Strom, der durch ein Plattenpaar von nur 2 Linien Durchmesser mit einer mit Salmiak getränkten Pappe erregt wurde, durch eben diesen Multiplicator zu einer Intensität gesteigert wurde, um die Magnetnadel mehrmals durch die ganze magnetische Windrose herum zu treiben, und dann permanent auf einer Abweichung von 80° zu erhalten. Der Erfolg blieb derselbe, als er das eine Ende des Drahtes, welcher mit dem Multiplicator zusammenhing, mit dem Reibkissen, und das andere Ende mit dem Erdboden in Verbindung setzte. Jedoch bemerkt er hierbey, daß es ihm bey der Anstellung dieser Versuche nie habe gelingen wollen, alle elektrische Spannung aufzuheben. Ungeachtet der vollkommensten Ableitung nach dem Erdboden und der Anwendung eines Multiplicators von $\frac{1}{2}'''$ im Durchmesser, gab der Draht von Zeit zu Zeit kleine Funken an die Finger, die ganz nahe gebracht waren, und zwar, wenn sie die Elektricität, die

durch den Einsauger nicht schnell genug aufgenommen werden konnte, an der Scheibe angehäuft hatte, und nun in größerer Masse in den Leiter auf einmal überging. Er suchte diesem Umstande dadurch abzuhelfen, daß er einerseits die Verbindung mit dem Reibkissen, anderseits mit dem Erdboden machte, weil wenigstens vom Reibkissen aus keine solche abwechselnd stärkern Entladungen erfolgen konnten, aber auch unter diesen Umständen gab der Draht des Multiplicators noch kleine Funken. Statt des metallischen Zuleiters nahm er einen naßgemachten Bindfaden, den er zum Theil mit dem Einsauger, zum Theil mit dem Multiplicator in Verbindung setzte, in diesem Falle war aber die Zuleitung viel zu langsam.

Weit glücklicher, als mit einem gewöhnlichen ununterbrochenen Strome der Maschinenelektricität ergaben sich die Resultate solcher Versuche, bey welchen einfache sowohl als auch verstärkte Funken angewandt wurden. Der Herr v. Kelin hat mannigfaltige Versuche dieser Art mit stählernen Nadeln angestellt. Er umwickelte eine Thermometerröhre, in welche sich eine starke stählerne Stricknadel hineinschieben ließ, mit ausgeglühtem Clavierdrahte in spiralförmigen beliebig weiten Windungen, und dieser Draht reichte an beyden Enden noch ein Paar Füße weiter. Verband er dann das vordere Ende des Drahtes mit einem isolirten Funkenzieher, welcher einen 1 bis $1\frac{1}{2}$ zollige Kugel hatte, und von dem ersten Leiter einer Scheibenmaschine in der größten Funkenlänge entfernt stand, das andere Ende des Drahtes aber mit dem Boden, oder besser, mit dem Leiter des Reibzeuges, und ließ Funken überschlagen, so fand er die in der Glasröhre befindliche Stahlnadel bald bedeutend magnetisch. Und zwar zeigte sie an einem dem ersten Leiter zugekehrten Ende der Nadel den Südpol, wenn die Windungen um die Glasröhre von Links gegen Rechts gemacht wurden; den Nordpol, wenn diese Windungen von der rechten zur linken Hand gingen.

Ueberhaupt fand er, bey den rechts gewendeten Schraubenwindungen, den Südpol alle Zeit auf der Seite, wo der Draht mit dem Funkenzieher verbunden war, es mochte dieß der vordere oder hintere Draht der Glasröhre seyn, der positive Funke also von vorn oder von hinten in die Glasröhre einströmen; bey den links gewendeten Schraubengängen fand er immer den Nordpol am Eingangsdrahte. Der Funke aus einer positiv geladenen Verstärkungsflasche wirkte wie der einfache Funke unter denselben Bedingungen. Ein einziger verstärkter, ja ein einziger einfacher Funke einer starken, kräftigen Elektrisirmaschine aus größter Schlagweite überspringend war hinreichend, eine Stricknadel bedeutend magnetisch zu machen. Ueberhaupt mochte er die Stahlnadel in Papier, Leinwand, Seide, Wachstaffet einwickeln, oder sie in feine Nadelbüchsen von Holz oder Elfenbein einschließen, oder sie durch Siegellackfäden freyschwebend in einem Drahtgewinde befestigen, oder sie in einem Glasröhrchen freyschwebend in Wasser hängen, so wurde durch das angeführte Verfahren die Nadel eben so stark und fast noch stärker magnetisch, als wenn die Stahlnadel in einer Glasröhre sich befand. Die Stärke des in einer Nadel durch Elektrisiren hervorgebrachten Magnetismus fand er bedingt durch die Energie der Elektricität, im Verhältnisse gegen die Masse der Nadeln, und nicht sowohl von der Menge der Funken selbst. Eine Stahlnadel, welche durch fünf einfache Funken magnetisirt worden war, hatte an Stärke nicht bedeutend zugenommen, nachdem sie 2000 eben so starke Funken erhalten hatte. Auch wollte Herr v. Kelin eine Stricknadel in einer engen Glas- oder Papierröhre eingeschlossen magnetisirt haben, als er der ganzen Länge nach einen Clavierdraht gerade und unter Vermeidung jeder Windung mittelst Siegellack oder Wachs darüber gespannt, und durch denselben einen starken Funken aus einer Kleistischen Flasche von 2 Quadratfuß Belegung geleitet hatte, und zwar sollte + E dahin gelegen ha-

ben, wo der elektrische Strom eintrat. Versuche anderer Physiker, wie die des Herrn Davy, haben dagegen gezeigt, daß auf die vom Herrn v. Zelin angeführte Art, kein Magnetismus in den Stahlnadeln hat hervorgerufen werden können. Indessen hat der Herr v. Zelin *) diesen nämlichen Versuch in einer spätern Zeit so angestellt, daß er eine stählerne Stricknadel ohne alle Anwendung von Erschütterungsfunken also magnetisirte: er wickelte die Nadel in Papier oder noch besser in Wachstaffet ein, band sie mit seidenen Fäden unter einem zwischen zwey Isolatoren ausgespannten Drahte fest, verband das eine Ende des Drahtes mit dem äußern Belege einer Leidner Batterie von 6 bis 8 Quadratfuß Metallfläche, und befestigte das andere Ende an einer Siegellack- oder Glasstange. Nun näherte er in der größten Geschwindigkeit, ohne einen Funken zu bekommen, die Spitze dieses Drahtendes dem Knopfe des innern Beleges. Entweder sogleich durch den ersten Versuch, oder doch bey Wiederholung desselben, zeigte die gegen das Beleg der + E gerichtet gewesenen Spitze des Stahlcylinders deutlich einen Nordpol, wobey übrigens der Südpol fast bis zur Unkenntlichkeit schwach bleiben konnte.

Herr Davy bediente sich zu seinen Versuchen dieser Art einer starken Leidner Batterie, und fand alle diese Erscheinungen vollkommen eben so, als sie mit Hülfe eines Volta'schen Kreises gefunden worden sind. Wenn er an einem geradlinigten Drahte, durch welchen er eine Batterie entladete, eine Stahlnadel in der Queere befestigte, so wurde sie bleibend magnetisch, aber damit parallele konnte er nicht magnetisch machen. Eine stark geladene Leidner Batterie von 17 Quadratfuß Belegung erzeugte, wenn sie durch einen Silberdraht von $\frac{1}{20}$ Zoll Dicke entladen wurde, einen so mächtigen Magnetismus, daß er hinreichte 2 Zoll lange und $\frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{10}$ Zoll

*) Gilbert's Annalen der Physik. LXVIII. 18 ff.

dicke Stahlstäbe so stark magnetisch zu machen, daß sie kleine Drahtstücke oder Nadeln anzogen, und daß diese Wirkung bis in Entfernungen von 5 Zoll über unter und neben dem Drahte, durch Wasser oder dicke Glasplatten oder elektrisch isolirtes Metall hindurch, hervorgebracht wurde. Stahlstäbe, welche selbst Theile des Entladungskreises ausmachten, zeigten keine Polarität, wenigstens nicht an ihren Enden. Auf einer aus Pappe geschnittenen Kreisscheibe von $2\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser befestigte Davy 6 kurze Stahlnadeln, eine nahe bey der andern, so daß sie die Seiten eines in dem Kreise beschriebenen Sechseckes bildeten, sich aber einander nicht berührten. Nachdem er sodann durch den Mittelpunkt der Scheibe, senkrecht auf sie, einen Draht gesteckt hatte, der die Scheibe in horizontaler Lage hielt, entlud er eine positiv geladene Batterie auf das obere Ende desselben, während das untere mit dem äußeren Belege verbunden war. Alle 6 Nadeln fanden sich nach der Entladung magnetisch, und mit zwey Polen. Je zwey ungleichnamige Pole derselben waren einander zugekehrt, und wenn man von dem Nordpol nach dem Südpol derselben Nadel zu den Kreis durchlief, so bewegte man sich im entgegengesetzten Sinne, als sich scheinbar die Sonne bewegt, nämlich von Westen nach Osten. Als er denselben Versuch mit dem einzigen Unterschiede wiederholte, daß der positive Entladungsschlag auf das untere Ende des Drahtes geleitet wurde, während das obere Ende mit der äußern Belegung der Batterie in Verbindung stand, war der Erfolg ganz derselbe, nur waren die Pole umgekehrt, und wenn man von dem Nordpole nach dem Südpole derselben Nadel den Kreis durchlief, so geschah das in der Richtung von Osten nach Westen. Auf eine ähnliche Art bildete nun Davy aus Nadeln mehrere einander anschließende Polygone auf derselben Pappscheibe, wie zuvor. Immer wurden alle magnetisch, und zwar beständig nach demselben Gesetze, die Pappscheibe mochte horizontal,

oder lothrecht, oder auf welche Art man wollte gegen den Horizont geneigt seyn, und welche Richtung auch der Draht gegen den magnetischen Meridian hatte. War z. B. der Draht horizontal und das Ende desselben, auf welches die positive Entladung geschah, nach Osten gerichtet, und man durchlief die Polygone auf die vorige Weise, so bewegte man sich, wenn man mit dem untern Theile des Kreises von Süd nach Nord anfing. Als er die Nadeln um einen Cylinder aus Pappe so gestellt hatte, daß sie den Draht queer durchschnitten, und nach dem Entladen einen Pinselstrich in der Richtung der Pole zog, bildete er eine Spirale.

Der Herr Hofrath Böckmann *) hatte ebenfalls eine Reihe von Versuchen mit Hülfe der verstärkten Maschinenelektricität angestellt, und die Resultate der angezeigten Versuche größtentheils bestätigt. Der Herr v. Kelin hatte seine Versuche in engen Röhren angestellt, und der Spiraldraht befand sich dabey immer sehr nahe beym Stahldrahte. Herr Böckmann wünschte auch zu wissen, wie diese von der Spirale ausgehende Kraft, dem Stahlmagnetismus zu ertheilen, bey größern Entfernungen nach und nach abnehme. Zu diesem Zwecke wurden Glasröhren von verschiedenen Durchmessern (die mindeste von 2 Zoll Weite) umsponnen, und die Stahlnadel immer in ihren Axen gehörig angebracht, den elektrischen Schlägen ausgesetzt. Es zeigte sich keine sichere Abnahme in den Annahmen der magnetischen Kraft. Dasselbe war der Fall bey Glascylindern von 4, 6 und 8 und endlich bey Glasglocken von 13 Zoll Durchmesser. Aus diesen Versuchen ergab sich, daß ungeachtet der bedeutenden Entfernung des Spirals, die Stahldrähte, noch stark magnetisch wurden; denn bey jener Glocke bewirkte die Nadel nach dem vierten Schlage noch ein Abstoßen des Nord-

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXVIII. S. 12 ff.

pols von 20°, des Südpols von 21½°; nach dem achten Schlage von 31 und 32°.

Auch von einigen holländischen Physikern, van Beck, den Professoren Moll und van Rees und van der Bos zu Utrecht sind eine Reihe von Versuchen dieser Art angestellt worden *), deren Resultate im Allgemeinen mit den angeführten zusammenstimmten. Es befinden sich unter selbigen aber einige, welche eigene und besonders merkwürdige Eigenschaften darstellten, und deswegen hier angeführt zu werden verdienen. Diese Herren gebrauchten zu ihren Versuchen eine Elektrisirmaschine mit zwey Scheiben von 26 Zoll Durchmesser, eine Batterie von sieben Flaschen mit 8¾ Quadratfuß Belegung, und Stahlnadeln von mehrentheils 2¾ Zoll Länge, von welchen sie sich vor jedem Versuche versichert hatten, daß sie unmagnetisch waren. In einem 24 Zoll langen Stahlstabe, der sich in einer Glasröhre innerhalb eines Schraubendrahtes befand, welcher in dieser Lage 8 Mal nach dem entgegengesetzten Sinne sich wand, entstand durch eine Entladung der Batterie eine Reihe von 16 Polen, so wie dieß Arago mittelst der Galvanischen Elektricität gefunden hatte, welche nach dem bekannten Gesetze mit einander abwechselten. Wurde die Batterie durch einen geradlinigten Messingdraht entladen, welcher durch eine Glasröhre ging, um die ein Draht aus weichem Eisen schraubenförmig gewunden war, so wurde dieser Eisendraht dadurch stark magnetisirt, und es befand sich der Nordpol desselben, waren die Schraubengänge rechts gewunden, der Seite der — E, waren sie links gewunden, der Seite der + E zugewandt. Wenn diese sonderbare biegsame Art von Magneten gekrümmt, und seine beyden Pole mit einander vereinigt wurden, so wirkte er gar nicht mehr auf eine Magnetnadel, und in diesem Zustande behielt der Schraubendraht, ob er gleich aus weichem Eisen be-

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXXII. S. 16 ff.

stand, ziemlich lange Zeit seine magnetischen Eigenschaften. Eine auf einer Glasscheibe, über einem geradlinigten Messingdrahte, horizontal so liegende Stahlnadel, daß ihre Richtung die des Messingdrahtes durchkreuzte, der senkrechten Lage auf ihn mehr oder minder sich nähernd, zeigte sich, als die Batterie dreymal durch den Draht entladen worden war, magnetisch, und hatte ihren Nordpol links in Beziehung auf den positiven Strom. Dagegen hatte eine unter dem Drahte, eben so horizontalliegende, durch eine Glasscheibe von ihm getrennte, den Nordpol an ihrem Ende rechts. In einer den horizontalen Entladungsdraht an seiner rechten Seite berührenden lothrechten Nadel fand sich, nach der Entladung, der Nordpol am obern Ende, in einer ihn an der linken Seite berührenden lothrechten Nadel dagegen am untern Ende.

Wurde einem Messingdrahte eine V förmige Biegung gegeben, und queer über ihn auf einer Glasplatte eine Stahlnadel so gelegt, daß sie die Schenkel des Drahtes durchkreuzte; alsdann aber eine Stellung seiner Person so annahm, daß man das + E Ende des Drahtes vor sich, die offene Seite der V förmigen Biegung, das erste Mal links, das zweyte Mal rechts hat: so zeigte nach der Entladung die Nadel 3 Pole; die beyden Enden derselben sind im ersten Falle Südpole, im zweyten Nordpole, und ihr zwischen den beyden Schenkeln liegendes Stück hatte in jenem Falle einen Nordpol, in diesem einen Südpol. Beym Wiederholen desselben Versuches mit einer eben so unter der V förmigen Biegung angebrachten Nadel fand sich nach der Entladung alles dieses entgegengesetzt.

Der Messingdraht wurde in ein Zickzack gebogen, und ein 12 Zoll langer Stahlstab auf einer Glasplatte über das Zickzack der Länge nach weggelegt. Nach drey Entladungen fanden sich im Stabe eine ganze Folge von Polen: sein nach der Seite der — E gewandtes Ende war

der Nordpol, das nach der Seite der + E gekehrte Ende Südpol, und in jedem zwischen den beyden Schenkeln eines des V Zickzacks gelegenem Theile, welcher sich links öffnete, wenn das + Ende nach vorn lag, fand sich ein Nordpol, in jedem rechts sich öffnenden ein Südpol. Einem geradlinigten Messingdrahte genau parallel liegende, durch eine Glasplatte von ihm getrennte Stahlnadeln wurden nach v. Kelin durch mehrere Entladungsschläge nicht im mindesten magnetisch, sie mochten sich über oder unter demselben befinden. Vielmehr verlor in dieser Lage eine schon magnetische Stahlnadel ihren Magnetismus gänzlich, wenn elektrische Entladungen durch den Messingdraht hindurchgingen. Versuche mit Stahlplatten, durch die Entladungsschläge in verschiedenen Richtungen hindurch geführt wurden, gaben zu erkennen, daß diese anscheinende Vernichtung des Magnetismus nichts anders, als der Anfang einer neuen transversalen Polarität war, welche der Stahl bey der zweyten Entdeckungsart annahm, und die sich in Stahlnadeln nur nicht wahrnehmen ließ, weil sie dazu nicht breit genug waren. Wurde nämlich auf eine vierseitige Stahlplatte von $3\frac{3}{4}$ Zoll Länge und $2\frac{1}{2}$ Zoll Breite ein geradliniger Messingdraht so gelegt, daß er nach der Länge über die Platte hinwegging, und man ließ mehrere Entladungsschläge durch ihn hindurchgehen; so zeigte nun die eine Hälfte der Platte ihrer ganzen Länge nach den einen, die andere Hälfte den andern Pol, so daß diese Pole vom Messingdrahte rechts und links lagen. Hierauf wurde ein Messingdraht auf der Stahlplatte nach der Breite in einer auf die vorige senkrechten Richtung durch die Mitte gehend ausgespannt; nachdem durch denselben Entladungsschläge von viel geringerer Stärke hindurchgingen, wurde die zuvor entstandene Polarität nur zum Theil aufgehoben, und der Platte der Längenmagnetismus zu beyden Seiten des Messingdrahtes, der Nordpol auf der einen, und der Südpol auf der andern Seite, nur bis zu einer gewissen Ausdehnung er-

theilt, über welche hinaus die Platte ihre vorige Polarität beybehielt. Durch diese Versuche suchten die holländischen Physiker Ampere's Theorie, nach welcher in jedem Magnete elektrische Ströme vorhanden sind, die in Ebenen senkrecht auf die Axe des Magnets senkrecht umherkreisen, zu beweisen. Um nun das Gesetz, nach welchem durch elektrische Entladungen die Ströme in den Magneten gebildet werden, noch besser zu erforschen, wurden sie noch auf folgende Versuche geführt. In einem in der Axe durchbohrten Stahlcylinder wurde eine Glasröhre, die einen durchgesteckten Messingdraht enthielt, hindurchgesteckt; nachdem nun wiederholte Entladungsschläge durch den Draht hindurch gegangen waren, zeigte der Stahlcylinder gar keine Polarität. Wurde aber dieser Versuch mit einem eben so durchbohrten Stahlcylinder von 3 Zoll Länge und 1 Zoll Dicke wiederholt, welcher mittelst eines Schnittes durch seine Axe in zwey cylindrische Hälften zertheilt war, die durch zwey messingene Ringe wieder vereinigt waren, zeigte sich zwar wiederum der Cylinder nach mehreren starken Entladungsschlägen nicht magnetisch. Kaum aber hatte man ihn in seine beyden Hälften aus einander genommen, so erschienen diese stark magnetisirt, und zwar hatte die eine Hälfte den entgegengesetzten Pol als die andere. Legte man beyde wieder an einander, so war aller Magnetismus verschwunden, beym Auseinandernehmen aber wieder da. Dieser merkwürdige Versuch läßt sich bequemer ganz auf dieselbe Art mit einer kreisförmigen Stahlplatte welche im Mittelpunkte durchbohrt ist, und einen einzelnen Queerschnitt eines Cylinders darstellt, machen. Auch diese giebt nach den Entladungen kein Zeichen von Polarität; so bald sie aber mit einer Blechscheere in zwey Hälften zerschnitten wird, so zeigen sich die beyden Hälften entgegengesetzt magnetisirt, die eine besitzt Nordpolarität und die andere Südpolarität. Diesen Versuch hat schon früher nach dem Zeugnisse des Herrn Seebeck der Herr Prof. Ermann mit dem-

selben Erfolge angestellt, und Seebeck wiederholte ihn mittelst der Galvanischen Elektricität.

Auch hatte der Herr D. Seebeck mit Hülfe der gewöhnlichen Elektricität vielfältige Versuche angestellt, wodurch die bisher angeführten völlig bestätigt werden. Er bemerkte, daß die Stahlnadeln nur alsdann magnetisch wurden, wenn die Entladung der gewöhnlichen Elektricität mit Explosion erfolgte. Geschah die Explosion selbst von Batterien durch Knochen oder Elfenbein, welche am Ende des Metalldrahtes befestigt waren, so wurden die Nadeln nicht magnetisch, wenn gleich die Entladung mit diesen Substanzen sehr schnell und nicht weniger vollkommen, als mit Metallen, geschah. Bey dieser Art Entladung findet aber keine Explosion Statt, und man erhält auch keine Erschütterung. Auch fand Seebeck, daß eine allmählige Entladung durch einen in eine Spitze ausgehenden Metalldraht, wobey keine Explosion erfolgte, keinen Magnetismus hervorzurufen vermochte.

Der Herr Prof. W. Pfaff, in Erlangen *), hat besonders Untersuchungen über das Magnetisiren der Stahlnadeln mittelst der gemeinen Elektricität auf einer ebenen Spirale aus Draht angestellt. Dieser in einer Ebene ausgebreitete Spiraldraht (archimedische Schneckenlinie) befand sich auf einer Glastafel, und man brauchte ihn nur umzukehren, um statt einer rechts-, eine links gewundene Spirallinie zu haben. Die durch gemeine Elektricität zu magnetisirende Nadel wird auf etwas Wachstaffet darauf gelegt. Es kann alsdann der Nadel sehr leicht jede andere Stellung gegeben werden, sowohl in Beziehung auf den magnetischen Meridian, als auch auf ihre Lagen gegen die Wirkungen der Spirallinie. Nach allen den verschiedenen Umständen in Beziehung auf Symmetrie der Lage der Nadel als Radius, als Sehne, als Theil einer Sehne u. s. w. stellen sich un-

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXIX. S. 84 ff.

gemein merkwürdige Zustände von Magnetismus in der Nadel dar. Eine Nadel von 1½ Zoll, welche ins Centrum der Spirallinie gelegt wurde, so daß sie als Radius von etwa 20 Bogen der Spirallinie durchschnitten wurde, ward durch einen einzigen schwachen Funken magnetisch. Eine symmetrisch gegen die Windungen des Spiraldrahtes liegende Nadel wird durch den positiven, centralen, von der rechten zur linken gewundenen Spiraldraht an ihren beyden Enden in magnetischen Nord-Zustand versetzt, wenn sie oberhalb des Gewindes liegt. Von den beyden Nordpolen hereinwärts befindet sich ein Südpol, und im Centrum der Nadel Null. Herr Pfaff fand dieß bey allen Nadeln, bey größern durch das Centrum als Durchmesser und bey kleinern nach Außen bestätigt, so daß kaum noch zwey Bogen der Spirale auf sie wirken konnten. Eine gegen das Centrum des Spiraldrahtes gekehrte, also von dem Bogen beynahe rechtwinklicht durchschnittene Nadel wird von dem positiven, centralen, von der Rechten zur Linken gewundenen, nach oben wirkenden Draht im Centrum den Südpol erhalten, an dem andern Ende den Nordpol. Liegt eine Nadel nicht symmetrisch, oder auch nicht gegen das Centrum gekehrt, oder sie werde von den Bogen der Spirale unter schiefen Winkeln durchschnitten, oder sie sey mit keinem Radius parallel, so können hier mehrere Fälle vorhanden seyn; doch meint Herr Pfaff, man könnte vielleicht das Gesetz allgemein so aufstellen: das Ende der Nadel, welches dem Centrum am nächsten liegt, erhalte immer den Südpol, die Bogen mögen sich hier unter spitzigen oder stumpfen Winkeln schneiden. Aus diesen Angeführten wagt übrigens Herr Pfaff noch eine Folgerung über die Wirkung eines geradlinigten Drahtes auf die zu magnetisirende Nadel. Es könnte nämlich derselbe als der letzte Bogen einer Spirale von einem unendlich großen Radius angesehen werden. Nun gebe der letzte Bogen immer Nord, Nord, bey symmetrischer Lage, aber mit abnehmender Stärke. Daraus

würde nun folgen, daß ein wahrhaft geradlinigter mit der zu magnetisirenden Nadel paralleler Draht, nur bey einer unendlichen Kraft einen magnetischen Pol erregen könnte. Hier träte nun der Unterschied zwischen der Galvanischen Elektricität recht deutlich hervor.

Auch gehört hierher der merkwürdige Versuch des Herrn Prof. Schmidt *) in Gießen, wodurch er die von Herrn Ampère entdeckten Anziehungen und Abstoßungen galvanisch-elektrischer Ströme mit Hülfe der gewöhnlichen Elektricität zu Stande brachte. Er gebrauchte hierzu zwey gleich große Kleistische Platten, deren beyde inneren einander zugewendeten Belegungen durch einen feststehenden isolirten Leiter C mit einander in Verbindung gesetzt wurden; die beyden Kleistischen Platten ruheten auf Glassäulen. Ein Messingdraht war an zwey Seidenfäden so aufgehangen, daß er sich parallel gegen den Leiter C bewegen konnte; er ist 1 Linie dick und etwas kürzer als der Leiter C, damit er die beyden Platten A und B nicht berührte, aber an beyden Enden zugespitzt. Das zu starke Ein- und Ausströmen der Elektricität durch die Spitzen ließ sich nöthigen Falls durch vorgesteckte Wachskügelchen mäßigen. Endlich war E eine 1 bis 2 Zoll von der hintern Belegung der Platte B entfernte Spitze, welche mit dem Boden in leitender Verbindung stand, und F war der erste Leiter einer kleinen Elektrisirmaschine. Wurde nun diese Maschine langsam umgedreht, so daß die beyden Platten allmählig geladen wurden (wobey nach den bekannten Gesetzen ein positiv elektrischer Strom von der hintern Belegung der Platte A zur vordern der Platte B durch die beyden Leiter floß, wie auch zwey Strohhalmelektrometer bewiesen, deren eins an jedem Leiter hing), so näherte sich der bewegliche Leiter dem festen C, und blieb an diesem hängen. Eben das erfolgte, wenn man nach vollendeter Ladung die

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXVIII. S. 29 ff.

äußere Belegung der Platte A mit dem Finger berührte, wodurch eine langsame Entladung der beyden Platten erfolgte, und der elektrische Strom von B nach A durch beyde Leiter floß. Drehte man die Maschine schnell um, oder wirkte sie sehr kräftig, so erfolgte gewöhnlich ein unregelmäßiges Anziehen und Abstoßen zwischen beyden Leitern. Nun ordnete Herr **Schmidt** den Apparat so an, daß bey einer allmähligen Entladung der innern Seiten der beyden Platten der elektrische Strom in dem beweglichen und unbeweglichen Leiter in entgegengesetzter Richtung floß, da alsdann der bewegliche Leiter, jedoch nicht in paralleler Richtung, sondern unter einem Winkel von dem festen Leiter zurückgestoßen wurde. Daß der bewegliche Leiter unter einem Winkel von dem festen zurückgestoßen wurde, erklärt Herr **Schmidt** aus der Anziehung, welche das eine Ende des Leiters von der einen Platte erleidet.

Die bisher angeführten Erscheinungen sind die Thatsachen, welche in dem so kurzen Zeitraume sind ausgemittelt worden. Von den neuern Entdeckungen des sogenannten **Thermo-Magnetismus** s. man den folgenden Artikel: **Thermo-Magnetismus**. Der genaue Zusammenhang des Elektricismus mit dem Magnetismus ist dadurch auf das vollkommenste bewiesen. Aber es entstand immer noch die Frage, ob auch beyde wirklich von einerley Kräften der Natur abhingen? bey jeder nun entdeckten Erscheinung drängt sich sogleich der Gedanke mit auf, aus welcher Ursache sie hervorgehe. Es ist daher leicht zu denken, daß gleich bey der Entdeckung der so wichtigen, und so lange vorher von den berühmtesten Naturforschern aufgesuchten, genauen zusammenhängenden **Verhältnisse** des Magnetismus mit der Elektricität nach der Ursache derselben gefragt wurde. Hieraus sind die Theorien entstanden, welche sich die Physiker, die sich mit diesem Gegenstande beschäftigt haben, in Verbindung mit den bisherigen bekannten Gesetzen des Magnetismus und des Elektricitismus aus

den angeführten Erscheinungen entwickelt haben, von welchen das Wesentlichste hier noch angeführt werden muß. Die Naturforscher theilen sich hierbey in zwey Hauptparteien; wovon die eine eine vollkommene Identität des Magnetismus mit der Elektricität behauptet, die andere aber annimmt, Magnetismus und Elektricität sind nicht identisch, sondern die Elektricität ist die erregende Kraft zur Hervorrufung des Magnetismus.

Der Herr Prof. Oerſted *) nimmt zwar an, daß die magnetischen Kräfte dieselben sind, wie die elektrischen, und setzt daher Identität der Elektricität mit dem Magnetismus voraus, allein in der Wirkungsform sind beyde Kräfte verschieden. In der ersten Anzeige seiner Entdeckungen gab er nur einige Momente zu seiner Theorie über den Elektromagnetismus an. Hiernach ist es nur der elektrische Conflict, welcher auf die magnetischen Theile der Materie zu wirken vermag. Alle nicht magnetische Körper scheinen für den elektrischen Conflict durchgänglich zu seyn, die magnetischen Körper dagegen, oder vielmehr ihre magnetischen Theilchen, dem Hindurchgehen dieses Conflicts zu widerstehen, und daher komme es, daß sie durch den Stoß der kämpfenden Kräfte in Bewegung gesetzt werden könnten. Hier hatte also Oerſted alles auf bloß zurückstoßende elektrische Kräfte gegen die magnetischen zurückgeführt. Es lasse sich aus den Beobachtungen schließen, daß dieser Conflict in einer rotirenden Bewegung erfolge; denn ohne dieser Annahme scheine es nicht begreiflich zu seyn, wie derselbe Theil des verbindenden Drahtes, welcher unter einem Pole der Magnetnadel gestellt, diese nach Osten triebe, sie nach Westen bewegen sollte, wenn er sich über diesem Pole befinde; eine Kreisbewegung gehe aber in den beyden entgegengesetzten Richtungen vor sich. Ueberdem scheine es, es müsse die rotirende Bewegung, verbunden mit der fortschreitenden Bewe-

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXVI. S. 302 f.

gung nach der Länge des Leiters, eine Schneckenlinie oder eine Spirale beschreiben. Denn alle angezeigten Wirkungen auf den Nordpol der Nadel ließen sich leicht verstehen, wenn man annehme, daß die negativ elektrische Kraft oder Materie eine rechts gewundene Spirale durchlaufe, und den Nordpol fortstoße, auf den Südpol aber nicht wirke; und eben so alle Wirkungen auf den Südpol, wenn man der positiv elektrischen Kraft oder Materie eine Bewegung in entgegengesetzter Richtung, und das Vermögen auf den Südpol und nicht auf den Nordpol der Nadel zu wirken, zuschreibe. In einem spätern Aufsatze hat Herr Oersted *) seine ersten Gedanken mehr entwickelt und bestimmter ausgedruckt. In einer Note bemerkt er, daß er in seiner ersten Anzeige bloß Abstoßungen der elektrischen Kräfte gegen die magnetischen angenommen, aber bald wahrgenommen habe, daß er in eine Inconsequenz verfallen wäre. Denn wenn vorausgesetzt werde, daß die magnetischen Kräfte dieselben seyn, wie die elektrischen, so ergebe sich von selbst, daß sich entgegengesetzte Kräfte eben sowohl anziehen müßten, als gleichartige abgestoßen würden. Er setzt daher für die elektromagnetische Wirkung folgende Hauptregel fest: In dem mit Widerstand verknüpften Zusammentreffen der entgegengesetzten Kräfte nehmen diese eine andere Wirkungsart an, der zu Folge die positive elektrische Kraft das Südende der Magnetnadel abstößt, das Nordende anzieht, die negative Kraft hingegen das Nordende der Nadel abstößt, das Südende anzieht, aber die Bahn der Kräfte in diesem ist nicht die gerade Linie, sondern eine links gewundene Spirale oder Schraubenlinie. Zur Verständigung dieses Gesetzes und seiner Uebereinstimmung der Resultate mit dem Hauptversuchen giebt Oersted folgende sinnliche Darstellung an: Auf einem Pappstreifen wird der Länge nach eine

*) Schweigger's Journal für Chemie und Physik. B. XXXII. S. 202 ff.

Linie gezogen, und darauf kleine gleichschenklichte Dreyecke so gezeichnet, daß die Spitzen und die Mitte der Grundlinien von der geraden Linie durchschnitten werden. An dem Ende, wohin die Spitzen kehren, setze man +, und an dem, wohin die Grundlinien kehren, —. Diesen Streifen wickele man um einen Federkiel, einen Pfeifenstiel, eine Glasröhre oder einen andern cylindrischen Körper, so daß die Bewickelung, von oben angerechnet, und in Beziehung auf den Betrachter, von der linken zur Rechten geht. Oerſted nennt diesen so bewundenen Cylinder den elektromagnetischen Anzeiger. Mit diesem Anzeiger vergleicht man nun den Theil des Leitungsdrahtes, dessen Wirkung man beurtheilen will, und denkt sich ihn an der Stelle desselben, so daß das mit 4 bezeichnete Ende den Zustrom + E und das mit — bezeichnete den des — E erhält. Man wird dann immer finden, daß in der Richtung des + E eine Abstoßung auf das Südende der Nadel, und in der des — E in einem Kreislaufe nicht mehr auf den Elektrometer wirke, und überhaupt eine ganze andere Wirkungsform angenommen habe. In dieser neuen Wirkungsform benennt sie Oerſted zum Unterschiede + E und — E. Zur Erläuterung dieser seiner Theorie führt Oerſted nur ein Beyspiel an. Man stelle zuerst einen senkrechten Theil des Verbindungsdrahtes einem Ende der Magnetnadel gegenüber: die Nadel wird sich so bewegen, wie es dem Anzeiger zu Folge geschehen sollte; ist z. B. der obere Theil des Leiters der, welcher die Elektricität zunächst aus dem negativen Gliede des Galvanischen Apparates empfängt, so wird die Spitze der Nadel, worauf die Wirkung geht, sich ostwärts kehren. In Fig. 54. stellt A den horizontalen Durchschnitt des Leiters vor, mit den angenommenen Zeichen der Richtungen der elektrischen Kreisströme. B stellt eine Magnetnadel vor, welche das Nordende diesem Leitungsdrathe zukehrt. C eine andere, welche demselben das Südende entgegenstellt. Beyde werden ost-

wärts getrieben, das Nordende von dem — E, welches von Westen ankommt, das Südende von dem + E, was ihm gegenüber ebenfalls von Westen ankommen muß. Man sieht leicht, daß die Anziehung, welche das + E auf die Südspitze der Nadel ausübt, nur die Bewegung gegen Osten befördern kann.

Bringt man nun den Leiter einem Punkte in der nördlichen Hälfte der Nadel gegenüber, wie D, so wird nicht das gegen Osten gerichtete — E in a, sondern das gegen Westen gerichtete — E in c auf die Nordspitze der Nadel wirken. Zwar wird nun die Anziehung des + E in a die Nadel ostwärts ziehen, aber auf einem Punkte von schwächern Magnetismus, also mit einem geringern Erfolg wirken; die Nordspitze wird folglich nach Westen gehen, wozu noch der Vortheil des Hebels kommt, den das — E in c hier über das + E in a hat. Stellt man den Leiter so, daß E den Durchschnitt desselben vorstellen kann, so wird das — E in c zwar auf dieses Südende der Nadel anziehend wirken, das + E aber in a mit noch mehr Kraft abstoßen; die Südspitze geht also nach Westen. Auch ist es leicht zu bestimmen, was vorgehen wird, wenn der Leiter auf der westlichen Seite der Nadel zu stehen kommt, z. B. hier gegen die Nadel F. In dem Orte D wird das — E in a zwar das Nordende abstoßen, das + E in c aber es noch kräftiger anziehen; das Nordende geht also nach Westen, der senkrechte Leiter mag auf der östlichen oder westlichen Seite daran gestellt seyn. Auch das Südende geht in beyden Fällen nach Westen. Herr Oersted versucht ferner, das von Herrn Ampère entdeckte Gesetz, daß sich Leiter anziehen, wenn sie in einerley Richtung, und sich abstoßen, wenn sie in entgegengesetzter Richtung von der elektrischen Entladung getroffen werden, nach seiner Theorie zu erklären. Es könnten nämlich die Anziehungen und Abstoßungen der Leiter bloß den elektrischen Kräften zugeschrieben werden; es müßten also diese in

den Leitern eine solche Richtung haben, daß sie diese Wirkungen hervorbringen könnten. Um bey dieser Voraussetzung den durch die Erfahrung gegebenen Bedingungen am besten zu entsprechen, müsse man annehmen, daß die Kräfte von jedem Punkte der Oberfläche aus in entgegengesetzten Richtungen ausströmten; ihr Weg könne solchergestalt nicht in den verlängerten Radius fallen, sondern jede Kraft müsse in die Richtung einer der entgegengesetzten Tangenten des Punktes gehen. Wollte man den wenig natürlichen Gedanken annehmen, daß die Kräfte von jedem Punkte in zwey Richtungen ausgingen, welche zu entgegengesetzten Seiten zwischen der Tangente und dem verlängerten Radius fielen, so würde doch jede sich in zwey Richtungen auflösen, worin die mittlere Richtung wieder der Richtung der Tangenten folgen würde. Nach Herrn Oersted hat diese Meinung wenig Wahrscheinlichkeit, vielmehr ist es ihm wahrscheinlicher, daß die Kräfte nicht bloß nach den Tangenten, sondern büschelförmig nach entgegengesetzten Richtungen hinauswirkten, jedoch aber immer so, daß das $+E$ auf der einen, das $-E$ auf der andern Seite des verlängerten Radius bleibe. Betrachteten wir nun die Wirkungen nach den tangentialen Richtungen in Fig. 55, wo die analogen Punkte in A, A′ und A″ mit gleichen Buchstaben bezeichnet sind, so sehe man gleich, daß die Richtung des $-E$ von a aus mit der des $+E$ von a′ aus zusammentreffe. Auf ähnliche Art begegneten sich das $+E$ von c mit dem $-E$ von c′. Dieses Zusammentreffen der entgegengesetzten Kräfte, welches eine Anziehung bewirken müsse, finde auch in den meisten übrigen Punkten der beyden Umkreise Statt, z. B. e auf h′, f′ auf g. Zwar wirkten e und g′, f und h′, wie auch die ihnen benachbarten Punkte abstoßend auf einander; aber wegen der geringern Zahl der wirkenden Punkte, und der schiefen Richtung müsse diese Wirkung von der anziehenden bey weitem übertroffen werden. In A″

wird der Durchschnitt eines Leiters vorgestellt, worin die Richtung der elektrischen Wirkung die umgekehrte von der in A und A′ ist. Die Punkte d und d″ stoßen sich hier vermöge ihres +E und b und b″ vermöge ihres —E ab. Außerdem wirken hier eine gleiche Menge von Punkten abstoßend, wie in den vorigen anziehend. Die anziehende Wirkung, welche g und c″, f und h″, wie auch die ihnen benachbarten Punkte, hervorbringen, werden hier eben so von den abstoßenden Kräften überwunden, wie in dem vorigen Fall die abstoßenden von den anziehenden. Ungeachtet diese Schlüsse nur so ausgedruckt sind, als es nöthig ist, wenn von cylindrischen Leitern die Rede ist, so können sie doch auch leicht auf Leiter von andern Figuren angewandt werden.

Der in dem entladendem Leiter Statt findende eigene Zustand der Kräfte, in welchem sie als elektro-magnetische Kräfte wirken, scheint Herrn Oerstед ein unaufhörlich bewegter zu seyn. In dem Magnete und den Magnetnadeln aber scheinen die Kräfte nur in so fern von der elektro-magnetischen Wirkungsform abzugehen, daß sie sich in einem beynahe ruhenden Zustande befinden, und keinen geschlossenen Kreis bilden. Hier ist sodann das +E als +m, das —E als —m zu trennen. Der äußerste Punkt eines Magneten, wohin das +m gerichtet ist, muß also das stärkste +m, der engegengesetzte, wohin die Richtung des —m geht, muß das kräftige —m enthalten, vorausgesetzt, daß die Ausdehnung und Leitungsfähigkeit hierin keine Ausnahme veranlaßt.

Was endlich den Erdmagnetismus anbetrifft, so betrachtet Oerstед denselben im Allgemeinen als einen dem Erdkörper beständig zukommenden Magnetismus, der sich eben so wie der gewöhnliche Magnet verhält, jedoch so, daß elektrische Ströme, welche besonders durch die Sonne auf der Erde veranlaßt werden, nach Art der gewöhnlichen Galvanisch-elektrischen Ströme unter der Form des Elektromagnetismus auf den Erdkörper ein-

wirken. Die jährlichen und täglichen Veränderungen der Magnetnadel stünden mit dem Verhältnisse der Erde zur Sonne offenbar in dem innigsten Zusammenhange; allein sie schienen nicht auf einer Veränderung in der Magnetisirung des Innern der Erde durch den Elektromagnetismus, welchen die Sonne hervorrufe, zu beruhen, indem sie nicht zu gleicher Zeit an verschiedenen Oertern der Erde ihre Richtung so veränderten, wie es dieser Voraussetzung gemäß geschehen sollte. Dagegen könne man wohl geneigt seyn anzunehmen, daß der elektro-magnetische Zustand der Erdoberfläche diese Veränderungen bestimme.

In einem neuern Aufsatze führt Oersted *) an, daß seine Meinung über die von ihm angenommenen Spirale dahin gehe, daß die Gänge derselben so wenig von dem Kreislaufe abwichen, als die Beobachtung über den Unterschied derselben nicht entscheiden könne. Die Kreisbewegung der magnetischen Kräfte nimmt er daher auch, besonders nach den entscheidenden Versuchen des Herrn D. Seebeck, als ausgemacht an. Ob nun aber diese Kreisbewegung in eine spirale Bewegung übergehen solle, sey eine Frage, deren Beantwortung die Entscheidung eines andern verlange. Man könne nämlich entweder die Verbindung der Elektricität als ein Fortschreiten betrachten, oder man könne sie, gegen die bisherige Vorstellung der Sache, als eine Pulsation betrachten, so wie diese in der Schallbewegung Statt finde. Nehme man die erste Vorstellung an, so könne man die Kreisbewegung nicht als durch die Thatsachen erwiesen ansehen, ohne sie in eine Spiralbewegung übergehen zu lassen, wie sich von selbst aus der Combination dieser beyden Bewegungen zur diagonalen ergebe. Auf das Verhältniß der Schnelligkeit dieser transversalen Bewegung gegen die des Fortschreitens werde es

*) Schweigger's neues Journ. für Chemie u. Phys. B. XXXIII. S. 124 ff.

nun ankommen, ob die Spiralen oder Schraubengänge enge oder weit seyn. Sey die Schnelligkeit dieser transversalen Wirkung millionen Mal größer als die des Fortschreitens, so würden auch die Spiralen sich sehr einer Reihe von Kreisen um dieselbe Axe gelegt nähern. Eine außerordentliche Schnelligkeit anzunehmen, sey man auch berechtigt, weil die elektro-magnetische Wirkung nur unter Umständen Statt finde, wo eine gewaltige Anhäufung der Elektricität vorgehe; sie könne daher unter diesen Umständen nicht schnell genug vorwärts kommen, um die empfangene Quantität von Elektricität in eben dem Verhältnisse abzugeben, wie sie empfangen werde; ein Theil der Elektricität werde also seitwärts einen Ausweg suchen. Daß dieser mit einer Schnelligkeit geschehen müsse, welche die der Fortpflanzung, worin die angehäufte Elektricität immer der folgenden widerstehe, weit übertreffe, sey offenbar, weil diese transversale Bewegung nur Folge einer sehr erhöheten Impulsion sey, die Wirkung auch nicht, ohne eine ganz außerordentliche Schnelligkeit alle Isolatoren durchdringen werde. Nehme man die zweyte Vorstellungsart an, so entgehe man zwar den verhaßten Spiralen, aber das wundersamste und unerklärbarste, die bestimmten Richtungen rechts und links bleiben immer stehen, und werde vielleicht immer ein Anstoß derer bleiben, welche die elektro-magnetischen Wirkungen aus den schon jetzt bekannten Naturgesetzen erklären wollten.

Gegen diese Theorie des Herrn Oersted sind mehrere nicht ungegründete Einwendungen gemacht worden. Schon führt der Herr Prof. Schweigger *) an, daß zwar die elektro-magnetischen Erscheinungen sich zum Theil unter dem Bilde von Wirbeln auffassen ließen; allein man möchte doch Anstand nehmen, eine in frühere Zeit so sehr gemißbrauchte Theorie von geheimniß-

*) Neues Journal für Chemie und Physik. B. XXXI. S. 10.

vollen Wirbeln in die neuere Physik wieder einzuführen. Auch sey zu erinnern, daß vor und innerhalb der Fläche des elektrischen Halbkreises der magnetische Nord- oder Südpol eine Bewegung von 180° machen könne, ohne daß dadurch sich Anziehung in Abstoßung oder umgekehrt verwandeln, wie man gemäß jener Wirbeltheorie zu erwarten geneigt seyn werde. Außerdem bemerkt Herr Prof. Pfaff, daß wir bey allen sonst bekannten Wirkungen der Elektricität nur eine fortschreitende Bewegung erkannten, verbunden mit einer expansiven Thätigkeit nach allen Seiten in der Richtung der Leiter, durch welche sie sich fortpflanzte; aber eine Bewegung im Kreise, ein Umherwirbeln, wodurch eine Tangentialkraft entstehen könnte, nehme man nirgends wahr. In der Wasserzersetzungsröhre, wo die Elektricität eben so, wie im festen Leiter, mit allen Eigenschaften des Elektro-Magnetismus auftrete, in den durch sie vermittelten chemischen Prozessen, und insbesondere in den damit verbundenen Wanderungen der Stoffe, zeige sich nur die fortschreitende, geradlinigte, den kürzesten Weg nehmende Bewegung, in den krystallischen Bildungen der Metallvegetationen nur die Wirkung nach der Längenaxe. Sollte man nicht erwarten dürfen, daß, wenn eine solche rotirende Bewegung der Elektricität vorhanden wäre, die Spuren derselben sich in ringförmigen Zeichnungen in den Streifen von gefärbten Pflanzenpapieren darstellen würden? Auch sonst sähen wir allenthalben die Elektricität auf ihrem Wege durch Leiter den kürzesten Weg, mithin die gerade Linie, nehmen. Auch erscheine das Kreisen beyder Elektricitäten nach der linken Seite ganz willkührlich, nur um den Erscheinungen zu genügen; sollte man, wenn wirklich zwey Elektricitäten angenommen werden sollten, nicht auch einen Gegensatz in der Richtung ihrer Bewegung voraussetzen?

Herr Schweigger *) bemerkt ferner: Wenn Herr Oersted Windungen oder Wirbel der Elektricität von

*) Neues Journal für Chemie u. Phys. B. XXXIII. S. 125. 130.

dem Gebilde der Leiter, durch welche sie geht, abzuleiten sucht, überhaupt, in dem mit Widerstand verknüpften Zusammentreffen der entgegengesetzten elektrischen Kräfte die Veranlassung zu den von ihm wahrgenommenen elektromagnetischen Erscheinungen zu finden glaubt: so werde wohl niemand den Scharfsinn dieser Ansicht verkennen; aber sie scheine nicht mehr zulässig, seitdem durch seine Versuche dargethan sey, daß schon der freye elektrische Funke, selbst wenn er in Torricellischer Leere überschlage, mit einer magnetischen Atmosphäre umgeben sey. Noch weniger könnte aber diese Wirbeltheorie auf Constructionen von Multiplicatoren durch dicht über einander geschlungene Drähte führen; weil die nun dicht über einander geschlungenen Drähte laufenden Wirbel sich nothwendig stören und hemmen müßten; nimmermehr aber könnte daraus eine Verstärkung der Kraft und eine größere Ausdehnung und Lebhaftigkeit der Wirbel naturgemäß abgeleitet werden. Wenigstens hätte niemand, consequenter Weise zur Construction solcher Multiplicatoren gelangen können, während, wenn wir den Draht bloß mit der magnetischen Sphäre umgeben betrachteten, die Construction und Erklärung derselben sich von selbst darbiete.

Noch mehrere Erinnerungen gegen Oersted's Theorie hat besonders Herr Pfaff beygebracht. Zuerst führt er an, Oersted habe bey der Anwendung seines allgemein aufgestellten Gesetzes gleichsam nur auf einzelne Punkte Rücksicht genommen, und nur die Wirkung einfacher Queerschnitte betrachtet, da alle Erscheinungen, welche hier erklärt werden sollten, zusammengesetzte oder Gesammtwirkungen aller Queerschnitte seyn, ein Umstand, worauf besonders Herr Ampere in seiner Theorie mehr Rücksicht genommen, und dadurch manche Schwierigkeiten glücklich gelöst habe.

Ferner scheine Oersted jedem Punkte des Umkreises eines cylindrischen Leitungsdrahtes anziehende und abstoßende Wirkungen nur in der Richtung der Tangente

zuzuschreiben, eben weil er die neue Wirkungsform wesentlich an die eine kreisende Bewegung knüpfe, und, wie es scheine, in die Categorie von Tangentialkräften bringe, welche gleichsam nur durch die Bewegung, die die Theilchen durch den Schwung erhalten hätten, wirkten. Allein anziehende und abstoßende Kräfte, die wir doch der Elektricität in jeder ihrer Wirkungsformen zuschreiben müßten, wirkten nach allen Seiten, und um jeden Punkt müßten wir uns eine Wirkungssphäre vorstellen.

Noch weiter könne, nach Oerstedʼs Construction der Erscheinungen, streng genommen eine Nadel, welche mit dem Nord- oder Südpole einem lothrechten Leitungsdrahte gerade gegenüber stehe, so daß eine durch ihre Axe gelegte Ebene den Leitungsdraht in der Mitte durchschneide, weder eine östliche, noch eine westliche Abweichung erleiden, indem in diesem Falle auf beyden Seiten gleiche anziehende und abstoßende Kräfte wirkten, welche einander vollkommen das Gleichgewicht halten müßte.

Auch sey eben so wenig eine völlige Umkehrung der Magnetnadel, wenn der Leitungsdraht sie senkrecht in der Mitte durchschneide, und der elektrische Strom unterhalb derselben von Westen nach Osten oder oberhalb von Osten nach Westen fließe, zu begreifen, weil die nach der Tangente des Leitungsdrahtes gerichteten Wirkungen dann parallel mit der Magnetnadel sich befänden und daher nicht auf sie wirken könnten.

Endlich scheine ihm eine große Unvollkommenheit der Oerstedʼschen Theorie in der Dunkelheit zu liegen, welche sie in Ansehung der innern Constitution der gewöhnlichen Magnete und der Wirkungsart der Elektricität in demselben lasse; denn was darüber mit wenigen Worten angedeutet sey, kläre in der That nichts auf. In Oerstedʼs Theorie müsse man den freywerdenden Theil der kreisenden Elektricität das im Rotiren seitwärts oder transversal nach der Tangente einen Aus-

gang Gewinnende das Elektromagnetische nennen, und ihm die magnetischen anziehenden und abstoßenden Wirkungen zuschreiben. Nun könnte man fragen, ob dieß etwa ein besonderer Theil der Elektricität sey, welcher magnetische Kräfte besitze, oder ob dieß Ueberwiegende einerley mit der übrigen Elektricität und keine magnetische Kraft, gleichsam nur das Resultat der außerordentlichen Geschwindigkeit der Umkreisung sey, und davon die neue Wirkungsart abhänge. In diesem Falle müßte wohl eine ähnliche schnelle Umkreisung der Elektricität im Magnetismus angenommen werden. Mit Recht würde dann die Frage entstehen, durch welche Kraft diese außerordentliche Geschwindigkeit hervorgebracht werde. Kaum lasse sich aber der Magnetismus, als eine anziehende und zugleich abstoßende Thätigkeit, auf eine solche mechanische Weise ableiten, da nur zurückstoßende Wirkungen auf diese Art begreiflich wären. Da Herr Oersted vom ruhenden Elektromagnetismus im Magnete spreche, so scheine er auch dieses nicht anzunehmen. Dann würde aber nur die erste Hypothese zureichen, da man sonst nicht begreifen könnte, warum nicht auch jede andere ruhende Elektricität, von welcher das abhänge, was man elektrische Spannung nenne, magnetische Wirkungen äußere. Eben damit würde aber auch der Magnetismus nicht mehr eine bloß veränderte Wirkungsform der Elektricität genennt werden können. Immer bleibe es ein Mangel der Theorie, und erlaube auf keinen Fall eine gründliche mathematische Ausführung und eben damit auch keine strenge Prüfung derselben im Einzelnen, daß die besondere Wirkungsart der Kräfte in den Magneten selbst in keiner Construction dargestellt sey, in welcher Hinsicht die Ampère'sche Theorie unstreitig den Vorzug habe.

Nach Herrn Ampère *) sind Elektricismus und Magnetismus ebenfalls identische Kräfte, und er betrach-

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXVII. S. 155 ff.

tet beyde nicht allein ihrem Wesen nach, sondern auch ihrer Form nach für einerley, und unterscheidet sich daher in Ansehung des letztern von Oersted's Voraussetzung. Herr Ampère geht von den Thatsachen aus, welche von ihm sind entdeckt worden, daß elektrische Ströme, welche parallel neben einander hinfließen, einander anziehen, sich aber abstoßen, wenn sie sich in entgegengesetzter Richtung fortbewegen, und daß überhaupt elektrische Ströme so lange anziehend und abstoßend wirken, und Leiter, an welchen sie hinfließen, in Bewegung setzen, bis sie einerley Richtung angenommen haben, und so nahe an einander gekommen sind, als es die Umstände erlauben. Diese Thatsachen machen gleichsam das Grundgesetz aus, aus welchem Ampère nicht allein die elektro-magnetischen, sondern überhaupt alle magnetischen Erscheinungen zu erklären sucht. Er unterscheidet eben so, wie Oersted, zwey Classen von Wirkungen, welche die elektrische Kraft hervorbringt. Zu der einen Classe gehören alle diejenigen Erscheinungen, welche mittelst der gewöhnlichen Elektricität durch Anziehung und Abstoßung und durch ihre Vertheilung entstehen. In diesem elektrischen Zustande, welcher allgemein der Zustand der elektrischen Spannung genannt wird, ist die Elektricität im Gleichgewichte zwischen den Kräften, welche sich über die Leiter hinaus zu verbreiten suchen, und dem Widerstande, welchen die Körper ihrem Durchgange entgegensetzen. Ampère begreift alle dahin gehörigen Erscheinungen unter dem Namen der elektrostatischen. Zu der andern Classe rechnet er diejenigen Erscheinungen, welche durch eine freye Durchströmung der Elektricität durch die Leiter hervorgebracht werden, wo also chemische und elektromagnetische Wirkungen sich zeigen, und das Elektrometer nicht mehr afficirt wird. Diese Erscheinungen benennt Ampère elektrodynamische. Dieser Voraussetzung zu Folge steht also die magnetische Thätigkeit von den elektrischen Strömen ab, und die allgemeinste Wirkungsart derselben ist bloß

eine richtende durch wechselseitige Anziehung, welche die mit einander parallel laufenden, und durch wechselseitige Abstoßung, welche die in entgegengesetzten Richtungen sich bewegenden elektrischen Ströme gegen einander ausüben. Um nun alle mögliche Erscheinungen, welche der Magnet zeigt, und insbesondere diejenigen, welche beym Elektromagnetismus wahrgenommen werden, aus diesem Grundgesetze herleiten zu können, setzt Ampère voraus, daß die Einwirkung, welche ein Magnet auf einen andern Magnet oder einen elektrischen Strom äußert, von elektrischen Strömen herrühre, welche seine Axe in senkrecht auf ihr stehenden Ebenen, und in Beziehung auf seine Pole umkreisen. Alle magnetischen Anziehungen und Abstoßungen haben keinen Bezug auf die sogenannten Pole, als eigenthümliche specifisch verschiedene, und in dem bisher angenommenen Gegensatze stehende Thätigkeiten, sondern ganz allein, auf die elektrischen Ströme. Es ist also zwischen den beyden Polen eines Magnetes keine andere Verschiedenheit, als bloß diese, daß der eine links, der andere rechts von den elektrischen Strömen ist, welche dem Stahle die magnetische Eigenschaft ertheilen. Damit man aber die Wirkung gehörig auffasse, muß man auf die Richtung der elektrischen Ströme, welche an ein gewisses Gesetz gebunden ist, seine Aufmerksamkeit richten; denn nur in Beziehung auf diese Richtung erzeugen sich in den Magneten Pole, und bloß durch diese Richtung wird die Lage der Pole an einem Magnetstabe bestimmt. Man stelle sich einen gewöhnlichen Längenmagnet (eine Magnetnadel oder einen Magnet) vor, welcher freyschwebend die natürliche Richtung besitzt, mithin seine Längenaxe im magnetischen Mittagskreise liegt, so haben die elektrischen Ströme eine solche Richtung, daß sie unterhalb, an der untern Seite der Nadel oder des Magnetes von Osten nach Westen, oberhalb von Westen nach Osten, und folglich auf der Westseite aufwärts, und auf der Ostseite abwärts von oben nach

unten hinfließen. Denkt man sich selbst in den elektrischen Strom hinein, mit dem Gesichte dahin gewendet, wo der Strom hinfließt, so liegt jederzeit der Nordpol der Nadel oder des Magnetes zur Linken, und der Südpol zur Rechten. Daß sich die anziehenden und abstoßenden Kräfte gegen die Enden der Magnete stärker äußern, als an andern Stellen, das hängt lediglich von der Totalwirkung aller elektrischen Ströme, welche den Magneten umkreisen, ab. Nach Ampère muß man, um die elektromagnetischen Erscheinungen dem obigen Gesetze zu Folge gehörig zu erklären, die einfachen Wirkungen eines jeden Punktes der Oberfläche des Magnetes von den zusammengesetzten, als welche in der Wirklichkeit hervorgehen, wohl unterscheiden. Uebrigens setzt er zur leichtern Uebersicht der verschiedenen elektromagnetischen Erscheinungen voraus, daß er jedesmal, wenn von der Richtung des elektrischen Stromes die Rede ist, die der positiven Elektricität darunter verstehe, welche in der einfachen Kette vom negativen zum positiven Metall, in der Volta'schen Säule aber vom positiven zum negativen Pole hingeht.

Aus dieser Theorie sucht Herr Ampère auf eine genügende Art alle elektromagnetische Erscheinungen abzuleiten. Es mag der Leitungsdraht eine horizontale, oder eine senkrechte Lage gegen den Magneten oder die Magnetnadel haben, so läßt sich ganz ungezwungen aus der angegebenen allgemeinen Regel in den verschiedenen Stellungen der Magnetnadel die Wirkung des Leitungsdrahtes erklären, welche derselbe auf die Richtung der Nadel in der Declinations- und Inclinationsebene ausübt. Da Ampère nachgewiesen hatte, daß die elektrischen Ströme mit der Nadel verglichen jedesmal die entgegengesetzte Richtung derselben besitzen, so war es ihm sehr leicht, den Einfluß des Oben und Unten, des Rechts und Links, der Ost- und Westseite der Nadel, oder umgekehrt des Schließungsdrahtes in Beziehung auf den unveränderten Rand der Nadel begreiflich zu machen.

Auch leitete Ampère die Entstehung des Magnetismus in den Stahlnadeln und Stahlstäben durch die Galvanische und gewöhnliche Maschinen-Elektricität aus seinem angeführten Gesetze mit Leichtigkeit ab, wobey er zugleich die verschiedenen Verhältnisse in Ansehung der Stärke des Magnetismus und der Lage der Pole, beym Gebrauche der schraubenförmigen Windungen des Drahtes, der auf einer Ebene liegenden Spirale, der Windungen nach Rechts und Links und die Richtung des elektrischen Stromes genügend entwickelte. Einen vorzüglichen Beweis seiner Hypothese über die innere Anordnung eines Magneten giebt Herrn Ampère die Nachbildung gewöhnlicher Magnete durch schraubenförmig gewundene Schließungsdrähte. Denn wird der leitende Draht, woraus die Schraubengänge um eine Glasröhre sind geleitet worden, durch die Glasröhre als Auge der Schraubenwindungen zurückgeführt, so hat der elektrische Strom in diesem geradlinigten Theile des leitenden Drahtes eine entgegengesetzte Richtung als die parallel mit der Axe gerichtete Seitenkraft, welche beym Fließen durch die Schraubengänge thätig ist, und wird daher dasjenige anziehen, was dieser abstößt, und abstoßen, was dieser anzieht. Diese beyden Wirkungen werden sich sogleich aufheben, und es wird allein die Wirkung der kreisförmigen Queerströmungen übrig bleiben, welche vollkommen ähnlich der Wirkung des Magnetes ist, mithin dem Gesetze gemäß.

Aus demselben allgemeinen von Ampère aufgestellten Gesetze läßt sich aus der richtenden Einwirkung der elektrischen Ströme, sich nämlich in einerley Lage zu stellen, ebenfalls die Wirkung der Magnetnadeln auf einander, die wechselseitige Anziehung freundschaftlicher (ungleichnamiger) und die Abstoßung feindlicher (gleichnamiger) Pole leicht erklären. Wenn nämlich zwey Magnete oder Magnetnadeln neben, oder unter, oder über einander so gestellt werden, daß ihre gleichnamigen oder feindlichen Pole zusammentreffen, so erhellt

nach Ampère's Geſetz, daß elektriſche Ströme gegen einander gerichtet ſind, mithin ſich abſtoßen müſſen. In dieſem Falle kann alſo das Gleichgewicht nicht anders beſtehen, als bis die elektriſchen Ströme in einerley Richtung angeſtellt ſind, und die Magnete oder Magnetnadeln mit ihren ungleichnamigen Polen zuſammentreffen, wo ſie ſich anziehen.

Ampère glaubte ferner mit Recht ſchließen zu dürfen, daß dieſelben magnetiſchen Verhältniſſe unſerer Erde im Großen Statt finden müßten, als ſie ſich durch gegenſeitige Einwirkung der Magnete oder der Magnetnadeln im Kleinen zeigen. Als er nämlich über die Urſachen der Oerſted'ſchen aufgefundenen Erſcheinungen nachdachte, machte er ſich folgende Vorſtellung: Geſetzt man habe noch nicht gewußt, daß die Magnetnadel ſich in einer beſtimmten Richtung von Süden nach Norden drehe, und nur in ihr zur Ruhe komme, als man die Eigenſchaft entdeckte, von einem elektriſchen Strome ſo gedreht zu werden, daß ſie ſich ſenkrecht auf die Richtung deſſelben, mit ihrem Südpole links von dem Strome zu ſtellen ſtrebe, und man fände nun erſt jene Eigenſchaften derſelben, ſich mit dieſem links von dem elektriſchen Strome ſich ſtellenden Ende, ſtets nach Norden zu drehen: ſo würde ſich gewiß jedem der einfache Gedanke unmittelbar aufdringen, ob denn nicht etwa auch auf dem Erdkörper an ſeiner Oberfläche beſtändig ein elektriſcher Strom in einer ſolchen Richtung fließe, daß Norden ſich links von einem Menſchen befinde, den man ſich, das Geſicht nach der Magnetnadel gewendet, alſo rücklings an der Erde liegend, ſo dächte, daß der Strom in der Richtung von ſeinen Füßen nach dem Kopfe ginge. Daß ein ſolcher Strom von Oſt nach Weſt, in einer Richtung ſenkrecht auf die magnetiſchen Meridiane fließen müßte, falle in die Augen. Herr Ampère, daß ſich aus ſeiner Theorie die wichtige Folge ziehen laſſe, daß die richtende Kraft des Erdkörpers weder von ihren Polen noch von ihrem Mittel-

punkte ausgehe, sondern daß sie ihren Sitz vorzüglich in der Zone des Aequators habe, wo Wärme und Licht am kräftigsten wirkten.

Gegen diese von Ampère aufgestellte Theorie sind mehrere Einwendungen gemacht worden, wodurch er Veranlassung nahm, sie hier und da mehreres zu berichtigen, und in ein helleres Licht zu stellen. Schon waren aber einige Versuche bekannt, welche Ampère's Theorie entgegen zu seyn schienen. Dahin gehört zuerst ein oben angeführter von den holländischen Physikern angestellter Versuch, wo nämlich einem geradlinigten Leitungsdrahte genau parallele Stahlnadeln durch verstärkte Maschinenelektricität keinen Magnetismus zu erhalten, sondern vielmehr, wenn sie schon welchen besaßen, zu verlieren schienen, dagegen Stahlplatten, durch welche nach Richtungen, die sich queer durchschneiden, mehrmalige Entladungsschläge hindurchgehen, eine transversale Polarität erhalten. Ampère hatte früher angenommen, daß die elektrischen Ströme den Magnet als ein Ganzes umkreisen. Diese Annahme konnte aber mit dem oben angezeigten Resultate des Versuches nicht bestehen. Denn hätten die durch das erste Entladen entstandenen elektrischen Ströme wirklich in sich zurücklaufende concentrische Curven um die ganze Länge des Magnetes gebildet, so hätten die zweyten Entladungsschläge durch den in der Mitte der Queere nach geleiteten Draht alle diese Ströme, weil sie sie senkrecht durchschnitten, durchaus vernichten, und statt ihrer überall neue Ströme, und mithin auch eine neue Polarität in einer auf der vorigen senkrechten Richtung erzeugen müssen. Die neuen Entladungen konnten der Platte die neue Polarität nur bis zu einer gewissen Grenze ertheilen. Allein Herr Ampère hatte bereits im Januar 1821 seine Theorie so auseinander gesetzt, daß er diese Erscheinung sehr gut aus selbiger erklären konnte. Er hatte nämlich schon damals aus einem besondern Versuche geschlossen, daß elektrische Ströme nicht allein in dem

Magnete um alle einzelne Theile kreisen, sondern auch, daß sie schon in dem Eisen, dem Nickel und dem Kobalt vor dem Magnetisiren vorhanden sind, nur in so verschiedenen Richtungen, daß aus ihnen keine Wirkung nach Außen hervorgehen kann, indem dann die einen anziehen, was die andern abstoßen. Jede Ursache, welche diesen elektrischen Strömen einerley Richtung gebe, mache, daß ihre Wirkungen nach Außen sich gegenseitig unterstützten, und verwandele dadurch jene Metalle in Magnete. Noch ein anderer von Davy angestellter Versuch schien Ampère's Theorie nicht erklären zu können; es nahm nämlich ein mit dem Schließungsdrahte paralleler naher Stahldraht, Transversal-Magnetismus an, als bestehe er aus lauter kleinen Magneten nach Richtungen senkrecht auf seine Axe, verlor ihn aber sogleich wieder, als die Kette geöffnet wurde, indeß ein den Schließungsdraht senkrecht durchkreuzender Stahldraht Longitudinal-Magnetismus wie die gewöhnliche Magnetnadel annahm, und nach dem Oeffnen der Kette bleibend behielt. Ampère erklärt diese Erscheinungen aus der Voraussetzung, daß die kleinsten Theilchen des Stahldrahtes vom elektrischen Fluidum umkreiset werden, sehr glücklich. Denn in einerley Sinne umkreisende elektrische Ströme müßten, wenn sie in derselben Ebene sind, sich zurückstoßen und ihre Richtungen zu verändern streben, störten sich aber nicht, wenn sie in verschiedenen Ebenen und ihre Mittelpunkte alle in einer auf diese Ebenen senkrechten geraden Linie sich befänden. In beyden Fällen müßten aber durch die Einwirkung des Schließungsdrahtes die elektrischen Ströme, welche die einzelnen Stahltheilchen umkreisten, insgesammt so gerichtet werden, daß sie in den Ebenen, die sich durch den Schließungsdraht legen ließen, an der ihm zugewendeten Seite einerley Richtung mit demselben und mit dem ihn durchfließenden elektrischen Strom haben. Im Fall des Transversal-Magnetismus würden sich dann also nur die wenigen nach der Dicke des

Magnetes über einander befindlichen elektrischen Ströme anziehn und verstärken, alle andere aber einander stören und schwächen, daher die durch den Schließungsdraht bewirkte Anordnung sogleich wieder aufhöre, wenn man die Kette öffne. Im Fall des Longitudinal-Magnetismus zögen sich dagegen die mehresten der die einzelnen Theilchen umkreisenden Ströme an und verstärkten sich einander, und nur die weniger nach der Breite des Stahldrahtes neben einander befindlichen Ströme störten und schwächten sich gegenseitig, daher die durch die Schließung bewirkte Anordnung dieser Ströme auch nach dem Oeffnen der Kette fortdaure. Daß die kleinsten Theilchen des Stahldrahtes vom elektrischen Fluidum umkreist werden, glaubt Ampère aus dem Versuche dargethan zu haben, wo er einen Magnetstab um seine eigene Axe sich drehen ließ, indem nach seiner Grundformel diese Wirkung unter den angeführten Umständen unmöglich Statt finden könnte, wenn die elektrischen Ströme als concentrische insgesammt um die Axe eines solchen cylindrischen Magnetstabes herumkreisten. Ampère hat übrigens die Umdrehung eines Magnetstabes um einen lothrecht stehenden Schließungsdraht sehr sinnreich aus der Reaction der in dem Quecksilber entstehenden elektrischen Strömen erklärt, welche die Rotation des Quecksilbers in einem frühern von Davy angestellten Versuche erzeugten, und mittelst welcher ihm selbst gelungen ist, den schwimmenden Magnet bloß durch ihre Wirkung in eine geradlinigte Bewegung zu versetzen.

Noch sind diejenigen Einwürfe, welche Ampère's Theorie gemacht wurden, näher zu prüfen, und anzuzeigen, wie sie Ampère selbst zu beseitigen suchte. Herr Oersted *) hatte aus folgender Stellung zweyer Magnete oder Magnetnadeln gegen einander einen Einwurf gegen Ampère's Theorie hergenommen: wenn nämlich zwey

*) Schweigger's neues Journ. für Chemie und Phys. B. XXXII. S. 222 u. f.

Magnete so neben einander gestellt werden, daß das vordere Ende der hintern Hälfte des einen Magnetstabes, oder ihr Nordpol neben das hintere Ende, oder den Südpol der vordern Hälfte des andern Magnetstabes zu liegen kommt; so treffen, wie man auch diese Enden neben einander parallel lege, entweder zur Seite neben einander oder über und unter einander, in allen Fällen Ströme von entgegengesetzter Richtung zusammen, und müßten sich daher abstoßen. Umgekehrt müßten sich gleichnamige Pole, auf dieselbe Art neben einander gebracht, indem man nämlich den einen Magnet in umgekehrter Richtung hält, einander anziehen, weil nunmehr ihre neben einander befindlichen Ströme nach einerley Richtung gehen, und diese nach Ampere anziehend auf einander wirken. Beyden aber widerspricht die Erfahrung. Ueberdem gehört nach Oersted zu den Schwierigkeiten der Ampère'schen Theorie auch die Erklärung des gewöhnlichen Magnetisirens, wie schon der geistreiche Ermann bemerkt habe. Man sehe nicht ein, wie man durch die Berührung oder das Bestreichen der einen Seite eines Stahldrahtes eine Galvanische Kette um den ganzen Draht legen könne. Herr Ampère *) sucht diese Einwürfe auf folgende Art zu entfernen: was den angeführten Versuch betrifft, so bemerkt Ampère, daß, wenn zwey Magnete in paralleler Lage neben einander in einerley Richtung mit ihren Polen sich abstoßen, an dieser Abstoßung die Ströme aller Seitenflächen, oder vielmehr aller Theilchen der Magnete, Antheil haben. Wenn man den einen Magnet so verschiebe, daß beyde zwar noch parallel, aber nicht mehr mit ihren gleichnamigen Polen nahe bey einander, sondern in der Lage, wie in Fig. 56. wären; so komme es nun nicht mehr auf die Abstoßung der Ströme in den einander zugewandten Flächen cd und b'a' an, sondern auch auf die Abstoßung in den von einander

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXXII. S. 152 ff.

abgekehrten Seitenflächen ba und c′d′, und zugleich auf die Anziehung der an den Seiten ba und b′a′, so wie der an den Seiten cd und c′d′ in einerley Sinne fließenden elektrischen Ströme; und da dann an den einander nächsten Seiten die Ströme in schiefern Richtungen als die entferntern auf einander wirkten, so müsse es beym allmähligen Fortbewegen des Magneten A′B′ mit unveränderter Richtung seiner Axe eine Lage geben, wo endlich die Anziehung der Abstoßung gleich werde. In dieser Lage sey in je zwey elektrischen Kreisströmen des einen und des andern Magnetes, die Abstoßung oder Anziehung überwiegend, je nachdem die gerade Linie durch die Mittelpunkte beyder Ströme auf die Ebenen durch diese Ströme schiefer oder weniger schief stehn, als das bey den Strömen in den gleichnamigen Polen der Fall sey. Und da bey diesem Fortbewegen des Magnetes A′B′ bey unveränderter Richtung seiner Axe, der erstern immer weniger, der letztern immer mehr würden, so müßten endlich beyde Magnete sich anziehn, wie dieß die Erfahrung lehre; und es seyn dann die ungleichnamigen Pole B′ und A da einander die nächsten. Das Umgekehrte finde Statt, wenn man zwey Magnete, die in gerader Linie mit den ungleichnamigen Polen einander zugekehrt liegen, übereinander wegschiebe. Ihre Anziehung werde immer schwächer, und gehe in Zurückstoßung über, und dann sind die gleichnamigen Pole einander die nächsten.

Was das Magnetisiren eines noch nicht magnetischen Stahlstabes mittelst eines Magneten und mittelst eines Schließungsdrahtes des Volta'schen Apparates betrifft, so gehe dabey alles auf einerley Art vor. Ein horizontaler Stahlstab, auf dem ein spiralförmig gewundener Schließungsdraht stehe, erhalte in dem dem Mittelpunkte der Spirale entsprechenden Punkte ein punctum consequens, und zeige sich zu beyden Seiten desselben so magnetisirt, daß die den Magneten ausmachenden elektrischen Ströme in demselben Sinne

als in der Spirale an der Stelle, wo sie den Stab berührte, fließen. Die beyden Enden des Stabes enthielten also gleichnamige Pole mit denen, welche die Spirale darstelle, von der Seite gesehen, wo sie auf den Stab wirke. Setze man also den Pol eines Magneten so auf den Stahlstab, daß seine Axe senkrecht auf ihm ruhe, so werde er genau auf die nämliche Art magnetisirt, wie die der Spirale; in der Mitte der von dem Magneten berührten Stelle entstehe ein punctum consequens, und seine beyden Enden zeigten, wie im Falle der Spirale, einen gleichnamigen Pol mit dem des Magneten, der den Stab berührt habe. Führe man die Spirale oder den Magnet von einem Ende des Stahlstabes immer nach einerley Sinn bis zu dem andern Ende hin, so behielten die elektrischen Ströme in dem Theile des Stabes, über welchen die Spirale oder der Pol schon weggegangen sey, die ihnen gegebene Richtung; dagegen veränderten die elektrischen Ströme in dem vordern Theile, beym Weggehn der Spirale oder des Magnetpols über sie, ihre Richtung in die entgegengesetzte; daher das Ende des Stabes, von welchem das Streichen anfing, ein gleichnamiger, das Ende, wo es aufhöre, ein ungleichnamiger Pol des streichenden Magneten werden müsse, welches der Erfahrung entspreche. In sehr hartem Stahle, wo die Richtung der Ströme schwieriger umzukehren sey, könnten dabey leicht mehrere puncta consequentia entstehen, und das sey bey dieser Magnetisirungsart öfters der Fall. Neige man den streichenden Magneten gegen den Stahlstab, so lasse sich dieser leichter magnetisiren und es entstünden nicht so leicht puncta consequentia, wofern nur die Neigung nicht zu groß sey. Dieß rühre daher, weil durch ein mäßiges Neigen die Wirkung der Ströme des streichenden Magneten auf die hinter ihm befindlichen elektrischen Ströme des magnetisirten Stabes, welche ihre Richtung bleibend behalten sollten, vergrößert, auf die vordern aber verkleinert werde, indem dann der Win-

kel, den die Ebenen jener mit denen der Ströme des Magnetes machten, spitz werde, welches die Wirkung der letztern begünstige, wenn gleich die Entfernung vieler Ströme von einander durch das Neigen größer werde.

Wenn zwey entgegengesetzte Pole in kleiner Entfernung von einander auf den zu magnetisirenden Stahlstab gesetzt würden, so widerstrebten sich die Wirkungen beyder auf die elektrischen Ströme in allen Theilen des Stabes, welche zur einen oder welche zur andern Seite beyder Pole lägen, verstärkten sich aber einander in dem zwischen beyden Polen befindlichen Theile des Stabes, und würden hier also bey weitem energischer als in jenen Theilen angeregt. Wenn man daher nach einander die ganze Länge des Stabes in diese Lage zwischen beyde Pole gebracht habe, so müsse überall die in diesen Lagen bewirkte Richtung der elektrischen Ströme Statt finden. Dieß sey in der That der Fall beym Elektrisiren mit dem Doppelstriche.

Ferner hat Herr de la Rive *) aus einigen Erscheinungen, welche an einem kleinen elektro-magnetischen schwimmenden Apparate wahrgenommen wurden, einen Widerspruch mit Ampère's Theorie zu finden geglaubt. Ein Zinkstreifen (Fig. 57.) Z und ein beynahe doppelt so langer Kupferstreifen K sind durch die Korkscheibe A, welchem der Apparat auf dem säuerlichen Wasser schwimmend erhält, so gesteckt, wie die Figur es zeigt, und letzterer ist um das untere Ende des Zinkstreifens, den er nicht berühren darf, wieder aufwärts gebogen. Die beyden Enden eines Multiplicators von etwa 1 oder $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser werden an die obern Enden der beyden Metallstreifen nahe über dem Korke angelöthet. Wird nun der Kork auf säuerliches Wasser gesetzt, so wird dadurch ein elektrischer Strom erregt, der vom Kupfer aus die Windungen des Multiplicators durchläuft, und vom Zinke aus wieder durch das

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXXI. S. 116 ff.

Wasser in das Kupfer zurückkehrt, und einen beständigen Umlauf darstellt. Nähert man einen Magnetstab, den man horizontal und senkrecht auf die Ebene des Ringes hält, dem Mittelpunkte des Ringes, so wird, wenn die elektrischen Ströme des Magnetpoles und des Ringes in einerley Sinne umherkreisen, der Ring angezogen, und schiebt sich längs des Magnetstabes herauf. Kehrt man aber den Stab um, und nähert eben so den entgegengesetzten Pol dem Mittelpunkte des Ringes, so stößt der Stab den Ring ab, weil nun die Ströme bey der im entgegengesetzten Sinne fließen. In diesem Falle aber entfernt sich nicht bloß der Ring von dem Magnetstabe, sondern er strebt auch sich zu drehen, damit diese Ströme gleichsinnig mit denen des Magnetes werden, und macht von selbst eine halbe Umdrehung rechts oder links; und wird nach Vollendung derselben von dem Magnetstabe auf das neue angezogen. Besitzt der Ring 3 bis 4 Zoll Durchmesser, und sind die Metallstreifen recht leicht, so orientirt sich der Apparat von selbst sehr gut, und setzt sich immer in einer Ebene zur Ruhe, welche senkrecht auf dem magnetischen Meridian ruht, und zwar so, daß der elektrische Strom in den untern Theilen des Ringes von Osten nach Westen geht. Dreht man ihn aus dieser Lage, so kommt er von selbst nach einigen Schwingungen in dieselbe wieder zurück. Nähert man nun den Magnetstab in der vorigen angeführten Lage der äußern Seite des Ringes, und führt in längs derselben hin, so wird der Ring rechts oder links gedreht, bis sich die Mitte des Stabes ihm gegenüber befindet, und hat dieser nicht mehr als zwey Pole, so wird der Ring weder rechts noch links gedreht, sondern bloß angezogen, oder abgestoßen, je nachdem sein Strom mit den des Magnetstabes an der ihnen zugewendeten Seite in gleichem oder entgegengesetztem Sinne fließt. Die Erscheinungen folgen nach Ampère's Theorie sehr genügend und leicht; aber nicht folgende, wie de la Rive meint. Wenn man den Ring von

der Mitte des Magnetstabes sich entfernen und einem der Enden desselben sich nähern läßt, so findet sich, daß er sich dann mit seinen beyden gegenüberstehenden Halbkreisen an den Stab anlegt, ungeachtet der elektrische Strom in dem einen aufwärts, in dem andern abwärts fließt, die elektrischen Ströme des Stabes aber an beyden Stellen, wo der Ring ihn berührt, sich in einerley Sinne bewegen, folglich Ampère's Theorie nach nur den einen Halbkreis anziehen, den andern abstoßen sollten. Hierbey bemerkt aber Ampère, daß diese Erscheinung nur dann Statt finde, wenn sich die eine Seite des Ringes zwischen den beyden Polen, die andere aber zwischen einem Pole und dem ihm nächsten Ende des Magnetstabes befinde: in keinem andern Falle würden beyde Seiten des Ringes zugleich angezogen. Bey der von de la Rive angeführten Erscheinung erfolgt noch eine andere Bewegung im Ringe, die man nicht würde vorausgesagt haben. Er schiebt sich, während seine beyden Halbkreise mit dem Stabe in Berührung sind, seitwärts längs desselben nach dem nächsten Ende zu, bis der vorderste Halbkreis über dieses Ende hinaus gelangt ist, worauf der Ring sich so dreht, daß der Magnetstab sich vor seiner Oeffnung befindet, und dann schwimmt er längs desselben bis zu dem Mittelpunkte des Stabes hinauf. Ueber diesen Erfolg bemerkt Ampère: betrachte man die Wirkungen aller Ströme eines Magnetes in Masse auf einen Schließungsleiter, der senkrecht auf seiner Axe sich befinde und ihn berühre, so übersehe man leicht, daß die in der Richtung der Axe aus ihnen hervorgehende Kraft desto stärker seyn müsse, je weiter sich der Leiter vom Mittelpunkte des Magnetes nach den Polen zu befinde, indem dann der übereinstimmend auf ihn wirkenden Ströme desto mehr seyn. Da nun in diesem Versuche des de la Rive der Ring eine solche Lage gehabt habe, daß der elektrische Strom in dem dem Mittelpunkte des Stabes nähern Halbkreise angezogen, also in dem von ihm entfernteren abgestoßen worden,

so mußte die Abstoßung überwiegen, und der Ring sich von dem Mittelpunkte längs des Stabes entfernen, bis der entferntere Arm über das Ende des Stabes hinaus war, und sich dem Stabe so zudrehte, daß seine Ströme denen des Magnetes parallel wurden, und der Ring, rings umher von den Strömen des Magneten angezogen, längs des Stabes nach dem Mittelpunkte desselben hinauf schwamm. Herr Faraday hat die Versuche des de la Rive wiederholt und sie bestätigt gefunden; ihre Resultate gaben ihm zugleich Data zu seinem Erklärungsprincip.

Auch hatte de la Rive *) einen Versuch angegeben, welcher die Ampère'sche Hypothese von elektrischen die Erde umkreisenden Strömen zu widerlegen scheint. Ein frey beweglicher, mit zwey rechtwinklichten Knieen versehener, unten offener Schließungsdraht, dessen oberer horizontaler 12 Zoll langer Theil mit einer sehr feinen Stahlspitze versehen war, mittelst welcher er im Gleichgewichte schwebte auf einer Unterlage von gehärtetem Stahl, war mit seinen beyden senkrechten Schenkeln in zwey von einander getrennte mit Quecksilber gefüllte Zellen eingetaucht, um einen elektrischen Strom so durch ihn hindurch führen zu können. Es bewegte sich der Leitungsdraht, je nachdem der elektrische Strom in dem obern horizontalen Theile in der andern Richtung floß, und stellte sich in eine auf den magnetischen Meridian senkrechten Richtung, aber gerade auf die entgegengesetzte Art, als man nach der Theorie des Herrn Ampère von der richtenden Wirkung der elektrischen Ströme des Erdkörpers hätte erwarten sollen. Dieser Versuch des Herrn de la Rive ist aber nach des Herrn Gilbert's Meinung **) keine Widerlegung, sondern vielmehr eine Bestätigung der Ampère'schen Ansichten über die Wirkungsart des Erdmagnetismus.

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXXII. S. 130 f.

**) Ebendaselbst. S. 221 ff.

Ob nun gleich Herr Ampère die elektro-magnetischen Erscheinungen aus seiner Theorie mit dem glücklichsten Erfolge abgeleitet hat, und der unwandelbaren Meinung ist, daß er jede elektro-magnetische Aufgabe nach seiner Theorie vollständig aufzulösen gedenke, so sind doch noch einige Erscheinungen vorhanden, deren Erklärung nach dieser Theorie mit Schwierigkeit verbunden ist, und außerdem hat der Herr Prof. Pfaff einige nicht unwichtige Einwürfe dagegen aufgestellt.

Herr Prof. Schmidt *) in Gießen hat einige Versuche angeführt, welche mit dieser Theorie nicht vereinbar zu seyn scheinen. Sie sind folgende:

1. Man klebe, einen 2 bis 3 Linien breiten Streifen Blattgold auf eine Glasplatte, lege queer darüber ein Stück von einer Uhrfeder 1 Zoll bis $1\frac{1}{2}$ Zoll lang, welches man vorher mit Lackfirniß bestrichen hat, und lasse den Entladungsschlag aus einer Leidner Flasche durch den Streifen Blattgold gehen. Indem sich das Gold oxydirt, wird die Uhrfeder magnetisch, der unter der Uhrfeder hergegangene positive Strom sey von Osten nach Westen gerichtet: so wird das nach Norden gekehrte Ende der Stahlfeder auch nordpolarisch seyn.

2. Nun lege man den Goldstreifen queer über die Stahlfeder und leite den positiven Strom, wie im vorigen Falle, so wird das nach Süden gerichtete Ende der Stahlfeder nordpolar seyn. So weit stimmt alles mit Ampère's Theorie gut zusammen.

3. Man richte alles wie im ersten Versuche zu, lege aber auf die Uhrfeder und die erste Glastafel eine zweyte Glastafel, und auf diese einen künstlichen Magnetstab in die verlängerte Richtung der Uhrfeder, so, daß der Nordpol des Magnetes die nördliche Hälfte der Uhrfeder decke, der Südpol desselben aber so weit entfernt zu liegen komme, daß man seinen Einfluß außer Acht lassen kann, und führe nun die elektrische Entla-

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXXIV. S. 260.

dung durch den Goldstreifen. Das nördliche Ende der Uhrfeder wird nun nicht, wie in dem ersten Versuche, nordpolar, sondern, wie in dem zweyten südpolar. In diesem Falle müßten sich vielmehr die beyden Ströme, welche auf die Uhrfeder wirken, wechselseitig unterstützen, um dieses Ende noch kräftiger nordpolar zu machen, und ein bey umgekehrter Lage des Magnetes, wie hier, die Ströme an seiner untern Fläche von Westen nach Osten gehen und ähnlich gerichtete Ströme an der obern Fläche der Uhrfeder erzeugen sollten, während der von Osten nach Westen gehende elektrische Strom an der untern Fläche diese Ströme von Osten nach Westen, so zusammenstimmend mit dem erstern, richtet.

4. Ist alles, wie im vorigen Versuche, zugerichtet, nur daß die nördliche Hälfte der Uhrfeder vom Südpole des Magnetstabes überdeckt ist: so wird die nördliche Hälfte der Uhrfeder, wie im ersten Versuche, nordpolar, aber stärker. Auch der Erfolg dieses Versuches ist der Ampère'schen Theorie entgegen; denn entweder soll gar kein Magnetismus hervorgerufen werden, wenn die hier einander entgegen wirkenden Kräfte einander gleich sind, oder nach dem Uebergewichte der einen oder der andern ein südpolarer, oder nordpolarer, aber letzterer schwächer, wie im ersten Versuche.

Herr Prof. Pfaff macht gegen Ampère's Theorie folgende Einwendungen: Zuerst bemerkt er, daß zwar Ampère die Magnetisirung von Stahl und Eisen mit seiner Theorie sehr glücklich in Uebereinstimmung zu bringen gewußt habe; aber gerade hier biete sich auch noch eine Schwierigkeit dar. Es passe nämlich die Vergleichung mit der Wirkung der platten Spirale sehr gut auf den Fall, daß der Magnet senkrecht mit seinem Pole, oder auch in geneigter Stellung auf den zu magnetisirenden Stab aufgesetzt werde. Streiche man aber den Stab mit dem mit seiner Axe in horizontaler und auf die Axe des zu magnetisirenden Stabes senkrechter Richtung stehenden Magnetstabe, so könnte auf

diese Art entweder kein oder höchstens nur Transversal-Magnetismus erzeugt werden, weil dann die elektrischen Ströme des streichenden Magnetes in die Längenaxe des zu magnetisirenden Stabes fallen, folglich in demselben (statt der Queere nach, in Ebenen, senkrecht auf die Axe, kreisende Ströme zu erzeugen) der Länge nach, in Ebenen, parallel mit der Axe, die kleinsten Theilchen umkreisende Ströme erzeugen müßten, womit Transversal-Magnetismus gegeben sey. Und doch entstehe auch unter diesen Umständen Longitudinal-Magnetismus, wie beym gewöhnlichen einfachen Striche mit lothrecht aufgesetztem Magnetstabe, nur von geringerer Intensität.

Ferner habe Ampère sich über Kräfte, welche im unmagnetischen Eisen elektrische Ströme um seine kleinsten Theile in allen möglichen Richtungen unterhielten, nicht deutlich erklärt. Kaum ließen sich solche fortdauernde elektrische Ströme anders, als durch Galvanische Kettenwirkung hervorgebracht, denken. Wo fänden sich nun in dem reinen Nickel, in dem reinen Kobalt und in dem so viel möglich gereinigten Eisen drey Elemente, welche überall zur Erzeugung und Unterhaltung eines solchen elektrischen Kreislaufes erforderlich zu seyn schienen? Und gesetzt, wir gäben auch solche heterogene Theile zu, wie lasse sich in dem starren Gefüge dieser festesten Metalle eine solche Beweglichkeit dieser Theilchen denken, um sich durch elektrische Einwirkung auf ihre elektrische Ströme zugleich mit diesen in die angemessene Lage anordnen und richten zu lassen; und abgesondert von den Ketten selbst und ohne diese ließen sich die elektrischen Ströme so wenig in eine andere Lage gebracht denken, als die den Schließungsdraht durchfließenden Ströme ohne diesen.

Auch der von dem Herrn v. Relin beobachtete elektromagnetische Indifferenzzustand des Leitungsdrahtes, wie bereits oben angeführt worden, scheine eine Schwierigkeit gegen Ampère's Theorie darzubieten, indem nach

derſelben, wenn z. B. bey lothrechter Drehungsaxe der obere Draht mit dem Kupferpole verbunden ſey, die links gelegene Hälfte bey Annäherung eines Nordpols in horizontaler Richtung, ſenkrecht auf die Ebene des Drahtes, abgeſtoßen, vom Südpole angezogen werden müßte, da im erſten Falle die elektriſchen Ströme des Magnetes widerſinnig mit denen des Schließungsdrahtes flöſſen, in dieſen nämlich (bey der Lage des Drahtes ſenkrecht auf den magnetiſchen Meridian) im obern Theile des Drahtes von Oſten nach Weſten, im untern von Weſten nach Oſten, dagegen im Magnete umgekehrt, — bey Annäherung mit dem Südpole dagegen gleichſinnig.

Endlich bemerkt **Pfaff**, daß Ampère von einem Grundſatze ausgegangen zu ſeyn ſcheine, der der Natur der Sache nach noch kein letzter ſeyn könne, oder in welchem die hier wirkenden Kräfte ſelbſt noch nicht in ihrem wahren Weſen richtig dargeſtellt ſeyn. Allen Conſtructionen von Bewegungen liege nämlich das Fundamentalgeſetz zum Grunde, daß bewegende Kräfte, die parallel wirken, keine Wirkung wechſelſeitig auf einander ausüben, alſo keine Veränderungen in Abſicht auf Ruhe und Bewegung hervorbringen könnten. Wie ſollten nun parallel neben einander dahin fließende elektriſche Ströme, je nachdem ſie in gleicher oder in entgegengeſetzter Richtung ſich bewegten, anziehende oder abſtoßende Kräfte auf einander ausüben, wenn man nicht in dieſen Elektricitäten Kräfte vorausſetze, die ſeitwärts wirkten, oder in Richtungen, die mit ihrer progreſſiven Nichts gemein hätten, wenigſtens aus dieſer allein ſich nicht begreifen ließen. Darüber ſey alſo die Ampère'ſche Theorie noch Rechenſchaft zu geben ſchuldig.

Herr **Prechtl** *) in Wien hält ebenfalls den Elektricismus und Magnetismus für identiſche Kräfte,

*) Gilbert's Annalen der Phyſik B. LXVII. S. 263. ff.

Nach ihm nimmt nämlich die Elektricität in dem Schließungsdrahte die magnetische Wirkungsform an, tritt aber als Transversal-Magnetismus hervor, und unterscheidet sich dadurch von dem gewöhnlichen Magnetismus der Magnetstäbe oder der Magnetnadel, welche Longitudinal-Magnete sind. Zuerst sucht Herr Prechtl den Transversal-Magnetismus gehörig aufzuklären. Nach seiner Idee besteht der Schließungsdraht aus unendlich nahe an einander liegenden vielen Magnetisiren, deren Pole nach der Länge des Drahtes an einander liegen und sich wechselseitig binden, welche aber ihre Polaritäten nach dem Queerschnitte des Drahtes äußern; so daß sonach dieser Draht angesehen werden kann, als aus einer Menge Queerschnitten bestehend, an deren Peripherie die entgegengesetzten Pole an einander liegen. Um sich von diesem Transversal-Magnetismus einen bestimmten Begriff zu machen giebt Prechtl folgende Vorschriften: Man wickele auf einer Glasröhre oder einen hölzernen Cylinder feinern oder gröbern Stahldraht in Spiralen auf, so daß sich diese einander berühren, und als ein zusammenhängender Ueberzug die Unterlage bedecken. Man setze dann an das eine Ende dieses übersponnenen Cylinders den Süd- oder Nordpol eines Magnetes, und führe ihn nach der Länge des Cylinders, jedoch so über ihn hin, daß die Richtung des Striches in einer Ebene mit der des Cylinders bleibt. Es entsteht auf diese Art ein Transversal-Magnet, der seiner gangen Länge nach auf der einen Seite den Nord- und auf der entgegengesetzten Säule den Südpol hat; mithin sind solche Transversal-Magnetismen in allen Punkten der Länge des Drahtcylinders gleich stark, und die beyden Enden desselben zeigen keine Pole, sondern besitzen bloß denjenigen Magnetismus, welcher einem jeden Punkte in der Länge zugehört. Der Transversal-Magnet befindet sich daher in demselben Zustande, wie die geschlossene Säule. Hält man denselben über eine Magnetnadel in die Declinationsebene,

so lenkt er ganz auf dieselbe Art, wie der Schließungsdraht, den Nordpol der Nadel rechts oder links ab, je nachdem der wirkende Nordpol seiner Transversal-Magnetismen links oder rechts liegt, und zwar mehr oder weniger stark. Führt man den einen Pol eines Magneten über den Transversal-Magneten dergestalt hin, daß er um denselben eine Spirale beschreibt, so magnetisirt sich derselbe nach der Länge, die Transversal-Magnetisirungen verschwinden, die beyden Pole befinden sich an den beyden Enden, und er gleicht nun einem gewöhnlich magnetisirten Stahldrahte.

Außer diesem Transversal-Magneten mit einfacher Polarisirung lassen sich ohne Schwierigkeit Magnete mit mehrfachen Transversal-Magnetismen herstellen. Nach Prechtl'n erhält man auf folgende Art an der Peripherie eines Queerschnittes vier entgegengesetzte Pole: Man nehme vier Magnetstangen von etwa $\frac{1}{4}$ Zoll Dicke, bereite ein Brettstückchen vor, welches in der Mitte mit einer Oeffnung von etwa 1 Zoll Durchmesser versehen ist, und in welchem sich, unter rechten Winkeln sich kreuzend, Einschnitte befinden, in welche die Magnetstangen eingeschoben werden können, so daß ihre schmalen Seiten aufwärts stehen, befestige dann in diesen Einschnitten die Magnetstangen dergestalt, daß in der Oeffnung des Brettes gleiche Pole einander gegenüberstehen, oder in der Richtung ihres Umkreises auf jeden Nordpol jedesmal im Südpol folgt; und richte sie so, daß diese Pole den Umkreis des gewundenen Drahtes in gleicher Entfernung berühren. Nun ziehe man diesen gewundenen Draht durch die von den vielen Magnetpolen gebildete Oeffnung hindurch, wobey man jedoch darauf zu sehen hat, daß der gewundene Draht nicht um seine Axe gedreht werde, sondern daß die Richtung jedes einzelnen Magnetpols in derselben Ebene mit der Axe desselben bleibe. Statt des gewundenen Eisen- oder Stahldrahtes kann auch eine massive Stahlstange genommen werden. Auf dieselbe Art lassen sich sehr

leicht die Transversal-Polaritäten eines Queerschnittes so sehr vervielfältigen, als es das Verhältniß der Dicke der Enden der Magnetstangen zu der Peripherie des transversal zu magnetisirenden Stahlcylinders zuläßt. Auf folgende Art läßt sich ein Queerschnitt des mehrfach polarisirten Transversal-Magneten in größerm Maaßstabe und mit verhältnißmäßiger Anzahl von Polaritäten darstellen. Man nehme einen Stahlring von etwa 4 bis 6 Zoll Durchmesser, und versehe ihn auf seinem ganzen Umkreise mit so vielen Polen, als man darauf anbringen kann. Dieß geschieht, indem man den Ring auf einen Tisch legt, die beyden Pole eines hufeisenförmigen Magneten, die so nahe als möglich bey einander stehen, auf einen Theil desselben setzt, sie von hier absetzt, und weiter fort wieder aufsetzt, bis man wieder auf den Punkt zurückgekommen ist, von dem man ausging. Hierbey hat man nur darauf zu sehen, daß zwischen der Stelle, auf welcher der eine Pol zuletzt gestanden, und der, wo man den andern Pol von neuem aufsetzt, etwa eben so viel Zwischenraum bleibe, als zwischen den beyden Polen des hufeisenförmigen Magnetes vorhanden ist. Auf diese Art ist es leicht, auf einem Stahlringe von 5 bis 6 Zoll Durchmesser 20 bis 30 entgegengesetzte Pole neben einander anzubringen. Diese Transversal-Magneten mit mehrfacher Polarität haben nach Prechtl alle vorher angeführten Eigenschaften des einfachen Transversal-Magneten, nur sind ihre Erscheinungen noch mehr übereinstimmend mit denen des elektrischen Schließungsdrahtes. Besonders giebt der Stahlring, welcher einen Queerschnitt des mehrfach polarisirten Transversal-Magneten vorstellt, alle Erscheinungen, welche ein Queerschnitt des Schließungsdrahtes darbietet. Um den Zustand der Seitenwirkungen dieses Drahtes auf frey bewegliche Magnetnadeln an seinem Umfange deutlich zu erkennen, giebt Prechtl *)

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXVIII. S. 205 ff.

noch folgende Erläuterungen: wird die Kette mit einem viereckten Stabe geschlossen, so ist der Zustand eines Queerschnittes desselben der, welchen die Fig. 58. zeigte. Die Richtungen der Magnetnadeln an den 4 Seiten gehen hier also rechts, links, aufwärts und abwärts. Ist der Schließungsdraht ein Prisma, z. B. von 6 Seiten, so ist der Zustand eines Queerschnittes dieses Drahtes, wie ihn die Fig. 59. darstellt. Hier sind also die magnetischen Richtungen je zweyer an einander liegenden Seiten entgegengesetzt, oder die eine Hälfte dieser Richtungen geht rechts, die andere links. Dasselbe gilt für alle Vielecke von gleicher Seitenzahl. Ist die Seitenzahl ungleich, so stellt sich in der Magnetisirung die Gleichheit dadurch her, daß zwey an einander liegende Seiten sich in derselben Richtung magnetisiren. Nimmt man für den Schließungsdraht einen Cylinder, d. i. ein Prisma von unendlich vielen Seitenflächen, so ist der Zustand seines Queerschnittes, wie ihn die Fig. 60. anzeigt. Da nämlich die einzelnen Polaritäten sehr nahe an einander liegen, so trifft hier auf eine Magnetnadel von endlicher Länge die Gesammtwirkung aller der Polaritäten ein, welche über dem Durchmesser desjenigen Queerschnittes, mit dem die Magnetnadel parallel steht, befindlich sind. Es wirkt daher die Magnetnadel 1 die Reihe der Polaritäten + — + — + —, deren Wirkung gleich ist der Polarität + — oder NS, wonach die Nadel ihre Richtung bestimmt. Es ist hier derselbe Fall, als wenn mehrere, z. B. 8 bis 10 dünne Magnetstangen so auf einander legt, daß ihre ungleichnamigen Pole auf einer Seite abwechselnd liegen, z. B. NS NS NS; dieses System wirkt auf die Nadel wie ein einziger Magnet mit der Lage NS. Denn die Longitudinal-Polarisirung besteht eben darin, daß die ungleichnamigen Pole abwechselnd neben einander nach der Länge zu liegen kommen. Unterhalb des Durchmessers a b hat also die Magnetnadel die Richtung 2. Die Polaritäten über den Halbmesser c d rich-

ten die Nadel 3, und die Polaritäten unterhalb dieſes Durchmeſſers die Nadel 4. Eben ſo geben die Polaritäten über den Durchmeſſer ef der Nadel 5, und die unterhalb, der Nadel 6 die Richtung. Bey einem Schließungsdrahte, der ein Cylinder, oder ein viereckter Prisma iſt, deſſen Durchmeſſer gegen die Länge der Nadel, auf welche er wirkt, verſchwindet, gehen alſo die magnetiſchen Polaritäten ſcheinbar nach ein und derſelben Richtung, weil dieſe Wirkung nicht die Wirkung der einzelnen Seiten eines Vieleckes, ſondern die Geſammt-Wirkung derſelben iſt. Eben ſo zeigt die Magnetnadel die Zunahme der magnetiſchen Intenſität auf der Axe eines Longitudinal-Magneten nur ſcheinbar, weil die Wirkung dieſer Intenſitäten, die ſehr nahe an einander liegen, eben auch eine Geſammt-Wirkung iſt. Daß übrigens die Pole ſehr nahe an einander liegen und doch noch einen Indifferenzpunkt haben können, kann nach Prechtl leicht begriffen werden, wenn man bedenkt, daß elektriſche oder magnetiſche Pole Kräfte ſind, die keinen Raum einnehmen, und daß ein Eiſenſtäbchen, daß noch nicht $\frac{1}{1000}$ einer Linie Länge hat, auch noch magnetiſch wird, d. h. zwey Pole und einen Indifferenzpunkt dazwiſchen erhält.

Nach dieſer Darſtellung ergaben ſich alle Erſcheinungen, welche man bey dem Elektro-Magnetismus wahrgenommen hat. Denn man betrachte nur den Queerſchnitt eines Schließungsdrahtes in ſeiner Wirkung auf einen Magneten oberhalb und unterhalb, und nehme ſeinen Durchmeſſer als gering an, ſo ſind die Magnetismen der obern Hälfte + — + — + — + — in ihrer Wirkung auf die Richtung der Nadel, gleich einem Magneten mit der Richtung NS, und die untere Hälfte gleich einem ſolchen mit der Richtung SN. Zwey Schließungsdrähte neben einander, in welchen die elektriſchen Ströme nach einerley Richtung ſich bewegen, müſſen ſich anziehen, weil ſie in den Hälften der Schließungsdrähte, welche ſie einander zukehren, gleichſam zwey

Durchmeſſer mit entgegengeſetzten Polen einander anbieten, mithin anziehend auf einander wirken; bey entgegengeſetzter Richtung der elektriſchen Ströme ſind die einander entgegenſtehenden und auf einander wirkenden Endpolaritäten der Durchmeſſer, welche ſich zugekehrt ſind, gleichnamig, ſtoßen ſich alſo ab. Legt man einen Eiſendraht auf den Schließungsdraht, in die Ebene ſeiner Axe, ſo erfolgt keine Magnetiſirung; eben ſo wenig, als die Magnetiſirung eines Eiſendrahtes erfolgt, den man in die Ebene der Axe des transverſalen Magnetes legt, weil keine magnetiſche Ladung, d. i. Abwechſelung von Nord- und Süd-Polen, nach der Längendimenſion vorgeht. Ferner erhellet auch die Magnetiſirung von Eiſendraht die in der Axe ſpiralförmig gewundenen Schließungsdrähte, weil in dieſem Falle die Transverſal-Magnetismen des Schließungsdrahtes in die Längendimenſion oder in die Richtung der Axe der Spirale fallen, mithin Magnetiſirung nach der Länge erfolgt. Dieſe Magnetiſirung iſt ihrer Polarität nach entgegengeſetzt, je nachdem die Windungen des Schließungsdrahtes rechts oder links gezogen ſind, weil die Verſchiedenheit dieſer Windungen die Folge hat, daß entweder die eine Seite des Schließungsdrahtes oder die entgegengeſetzte nach derſelben Richtung hingekehrt wird, wodurch alſo auch eine Umkehrung der Polarität erfolgt, indem in dem einen Falle die Magnetiſirung vom Nordpole, und dem andern vom Südpole ausgeht. Auf dieſelbe Art muß ein Eiſendraht magnetiſirt werden, wenn man ihn in einer Spirale um den geraden Schließungsdraht herumwickelt. Denn in dieſem Falle wirken die Transverſal-Magnetismen des Schließungsdrahtes auf die Theile des um ſelbigen gewundenen Eiſendrahtes gleichfalls longitudinal, und bewirken daher deſſen Ladung in die Länge.

Herr Prechtl *) hat nicht allein die elektro-magnetiſchen Erſcheinungen mit Hülfe der Transverſal-Magne-

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LXVIII. S. 81 ff.

ten, welche sich im Schließungsdrahte gedenken lassen, auf die gewöhnlichen und bekannten Gesetze des Magnetismus zurückgebracht, sondern er hat auch überdem noch nachzuweisen gesucht, welche wirkende Kräfte dabey im Spiele sind. Nach ihm stellt sich in der Galvanischen Kette, oder in der Säule, die Elektricität jederzeit in zwey Wirkungen dar, der attractiven und der chemischen: erstere wird durch die Berührung großer Platten, letztere durch die Wirkung vieler Platten befördert. Der Leitungsdraht zwischen beyden Polen der Säule befindet sich im wahren elektrischen Ladungszustande, welcher im allgemeinen Sinne der magnetische Zustand ist, weil er sich genau in demselben Zustande befindet, wie ein tellurischer Magnet. Man kann daher diesen Leitungsdraht, der sich zwischen den Polen der Säule im elektrischen Ladungszustande befindet, als eine trockene Säule betrachten, und eine solche trockene Säule ist eine wahre magnetische Säule. Die Galvanischen Ketten und Säulen bilden daher rücksichtlich des Quantitäts-Verhältnisses und chemischen Effectes eine Reihe von Constructionen, wovon das eine Ende die rein chemische Kette, das andere aber die rein magnetische (attractive) darstellt. Die rein chemische Kette zeigt keine wahrnehmbare attractive oder so genannte elektrische Wirkung, weil die elektrische Tension bey der Berührung augenblicklich in der chemischen Wirkung vernichtet wird; und solche Ketten sind die gewöhnlichen chemischen Combinationen, z. B. trockene Schwefelsäure, Kali und Wasser. In der Berührung dieser Substanzen wird die elektrische Tension augenblicklich in die chemische Wirkung aufgelöst, und Licht und Wärme als die Erscheinung dieses Chemismus hervorgebracht. Die reine magnetische Kette ist der elektrisch geladene Leitungsdraht, und die magnetische Säule selbst. Um eine solche Säule zu construiren bemerkt Herr Prechtl: die Elektricität, welche in der Berührung heterogener Substanzen entstehe, richte sich in Bezug auf die Lei-

tungsfähigkeit der Körper gegen dieselbe nach der Natur dieser Substanzen. Lege man mehrere Metallplatten über einander nach der Ordnung ihrer Galvanischen Differenz, so befänden sich diese sämmtlichen Platten in einem schwachen elektrischen Ladungszustande, der nur dadurch möglich sey, daß diese Metalle in Bezug auf einander für ihre eigenthümlichen Elektricitäts-Grade Nichtleiter seyn. Für die Elektricität, welche in Säulen entstehe, die aus Metallen gebauet wären, müßten daher alle Körper Nichtleiter seyn, die schwächer als Metall und Wasser leiteten, weil eben diese Substanz für jene Elektricität ladungsfähig sey, schlechtere Leiter als Wasser daher diese Ladung nicht mehr annehmen, sondern sie isoliren würden. Construire man dagegen Säulen durch Galvanisch-differente Substanzen, in welchen der geladene Körper ein schlechterer Leiter, als Wasser sey, so werde die Elektricität dieser Säulen nicht mehr isolirt werden durch die vorigen Isolatoren, sondern sie werde nunmehr die schlechtern Leiter eben so elektrisch laden, wie vorher das Wasser. Auf diese Art sey es möglich (zuletzt mit Beseitigung der Metalle), Säulen herzustellen, welche rein magnetisch wären, d. h. welche den elektrischen Effect durch die stärksten gewöhnlichen Nichtleiter hindurch fortpflanzten, wie der Magnet, die demnach keine chemischen Wirkungen äußerten, dagegen die Metalle magnetisch ladeten, und welche selbst von Natur magnetisch wären.

Ob es gleich nicht zu verkennen ist, daß Herr Prechtl aus der Voraussetzung des mehrfachpolaren Transversal-Magnetismus die vorzüglichsten elektromagnetischen Erscheinungen auf die bekannten Gesetze des Magnetismus zurückgebracht, und daher sehr sinnreich erklärt hat, so stellt doch Herr Prof. Pfaff einige sehr wichtige Einwendungen gegen diese Ansichten auf:

1. Sey es nicht abzusehen, wie die so merkwürdigen Erscheinungen der Umkreisung aus einem solchen, gleichsam todten und ruhenden Transversal-Magnetis-

mus welcher nur in der Richtung von Durchmessern, und also in geraden Linien wirke, erklärt werden sollten. Nur durch Strömungen und den Widerstand in der Reaction, welche diese erleiden, könne man zu einer Construction solcher Umkreisungen gelangen. Dazu liege aber kein Element in einem starren Transversal-Magnetismus.

2. Auch die Verstärkungen der Wirkungen durch den Multiplicator, sind aus der Theorie des Transversal-Magnetismus durchaus nicht begreiflich. Ließen wir die Wirkungen in der vertikalen Ebene beschrieben seyn, so daß die einzelnen Windungen selbst neben einander lägen, so kämen fünf Durchschnitte NS, NS, u. s. w. neben einander, von denen gleichfalls nur die beyden äußersten Punkte zur Wirksamkeit kämen, so daß aus diesen fünf magnetischen Durchmessern ein Totalmagnet NS resultirte. Wie käme es nun, daß dieses NS in seiner Wirksamkeit fünfmal stärker geworden sey, da die nach Innen gelegenen Pole einander bänden, oder wenigstens ihre Wirkung auf die Magnetnadel wechselseitig aufheben müßten?

3. Dann scheine in der Art der Ableitung des Magnetismus aus der Elektricität, oder vielmehr in der Gleichsetzung der beyden Arten des Magnetismus mit den beyden Zuständen der Volta'schen Säule ein Widerspruch mit den Erscheinungen zu liegen. Der Transversal-Magnetismus unterscheide sich von dem Longitudinalmagnetismus in der That nur durch ein gleichsam außerwesentliches Verhältniß der Lage, stimme aber mit demselben in seiner ganzen Wirkungsweise und in seinen Gesetzen vollkommen überein. Man könnte sagen, der Transversal-Magnetismus sey bloß ein um einen Quadranten an einem magnetischen Körper verrückter Longitudinalmagnetismus, der im übrigen in seinem ganzen Verhalten unverändert bleibe. Wie ganz verschieden verhalte sich aber die isolirte ungeschlossene Säule von der geschlossenen, welcher erstern Herrn Prechtl zu Folge der

Longitudinal-Magnetismus zukommen sollte, indem er nicht zweifele, daß genauere Versuche dieß schon an der gemeinen Säule nachweisen würden, während der Transversal-Magnetismus mit der geschlossenen Säule, oder dem elektrischen Leitungsdrahte, übereinkomme. Wir möchten den Gegensatz der beyden Arten von Wirkungen der geschlossenen und ungeschlossenen Säule, den zwischen Druck und Stoß, todten und lebendigen Kräften nennen, der mit jener Verschiedenheit des Longitudinal- und Transversal-Magnetismus gar nicht gleich zu setzen sey. Eben so wenig könnten wir einen andern von Herrn Prechtl angenommenen Gegensatz in der Elektricität, der chemischen und attractiven, zugeben, wenigstens nicht in dem Sinne von Herrn Prechtl, wenn er nämlich die chemische Wirkung der Elektricität, da, wo sie attractiv zu wirken aufhöre, in Wärme- und Lichterzeugung setze: denn gerade da, wo die Erhitzung durch Ausgleichung der Elektricitäten am stärksten werde, trete der Magnetismus am kräftigsten hervor. Der durch den elektrischen Strom eines sogenannten Calorimotors auf das heftigste glühend gemachte Platindraht sey zugleich der heftigste Magnet.

4. Wenn Herr Prechtl den gewöhnlichen Magneten einen durch die tellurische Elektricität geladenen Nichtleiter nenne, für welche Elektricität alle Körper, außer Eisen und den übrigen magnetischen Metallen, Leiter wären, wenn er hinzufüge, daß für die schwache Elektricität der Volta'schen Säule auch solche Leiter ladungsfähig wären, in den Zustand von Nichtleitern treten, welche es für die tellurische Elektricität nicht mehr seyn: so müsse man unter dieser tellurischen Elektricität entweder etwas ganz Anderes verstehen, als was wir gewöhnlich Elektricität nannten, und dann scheide sich der Magnetismus als eine eigene Potenz von der Elektricität, oder man begreife nicht, warum die Isolatoren für gewöhnliche Elektricität sich nicht noch viel stärker, als das Eisen, Nickel, mit dieser tellurischen Elektri-

citât ladeten, warum sie nicht die stärksten Magneten würden.

5. Endlich liege in der Theorie des Transversal-Magnetismus, ohne eine viel genauere Entwickelung, als sie bisher erhalten haben, keine Andeutung, um jene so merkwürdige Verschiedenheit in der Wirkung des Schließungsdrahtes auf die verschiedenen Punkte einer und derselben Hälfte der Magnetnadel und insbesondere auch anderer Erscheinungen darnach begreifen zu können.

Auch Herr Professor **Ermann** *α*) suchte die damals bekannten elektro-magnetischen Erscheinungen mittelst des Transversal-Magnetismus in einer etwas modificirten Form unter dem Namen des Transversal-Diagonaloiden-Magnetismus, welchen der Schließungsdraht besitzt, abzuleiten. So sinnreich aber auch Herr **Ermann** diese zu sehr gekünstelte Hypothese zur Erklärung der zu dieser Zeit geförderten elektro-magnetischen Phänomene anzuwenden wußte: so zeigte sehr bald der schnelle Fortgang von neu entdeckten Thatsachen, daß sie nicht bestehen könne, und ohne Zweifel ist Herr Prof. **Ermann** selbst davon wieder abgegangen.

Die andere Parthey von Physikern behauptet, daß die Elektricität und der Magnetismus durch verschiedene Kräfte hervorgebracht werden. Der Magnetismus wird durch die Ausgleichung der entgegengesetzten Elektricitäten im Schließungsdrahte erregt, und gleichsam in Folge einer Veränderung des innern Zustandes der Körper entbunden.

Herr D. **Seebeck** *β*) hat vorzüglich aus folgenden Gründen die Identität der Elektricität und des Magnetismus bestritten. Aus seinen zahlreichen Versuchen,

---

α) Umrisse zu den physischen Verhältnissen des von Hrn. Prof. Oersted entdeckten elektro-chemischen Magnetismus. Berlin 1821. S. 49 ff.

β) Ueber den Magnetismus in der Galvanischen Kette, in den Abhandlungen der Königl. Akad. der Wissenschaften zu Berlin. Aus den Jahren 1820–21. S. 289 ff.

welche er mit Volta'schen Säulen von verschiedenen Elementen angestellt hatte, und aus der Vergleichung mit denen einer trocknen oder Zamboni'schen Säule bemerkt er: in der trocknen Säule finde bey der Schließung eben sowohl eine ununterbrochene Erregung und Aufhebung der elektrischen Spannung Statt, als in einfachen Galvanischen Ketten; da nun aber die magnetische Spannung dabey gänzlich fehlen könne, und da sie in andern Fällen abnehme, wenn die elektrische zunehme, so könne die Aufhebung von + E und — E in einem metallischen Leiter nicht als die wesentlichste Bedingung der Erregung des Magnetismus in demselben angesehen werden. Außerdem ergab sich aus andern Versuchen, bey welchen der Magnetismus durch die gemeine oder Maschinenelektricität erregt wurde, daß nicht die Aufhebung von + E und — E allein die Ursache des Magnetismus seyn könne, sondern daß sie vorzüglich in den Veränderungen des innern Zustandes der Metalle zu suchen sey. Daß elektrische Explosionen Veränderungen im innern Zustande der Metalle bewirkten, und daß auch die metallischen Leiter der Galvanischen Kette eine gleiche Veränderung erlitten, gehe aus der in beyden Fällen Statt findenden größern oder geringern Erwärmung, Schmelzung, Verbrennung hervor; und nur, wenn diese Veränderungen bey der Aufhebung der elektrischen Spannung einträten, fänden wir Magnetismus in den Metallen. Veränderung oder Verschiedenheit im Cohäsionszustande sey also die wesentliche Bedingung zum Magnetischwerden jener Körper anzusehen. Die Vorstellung, welche sich Herr D. Seebeck von der Wirkungsform des Magnetismus in dem Schließungsdrahte macht, ist folgende: In jedem Punkte der Oberfläche des Schließungsdrahtes ist + M und — M zugleich, und keines von beyden ausschließend. Wo er + M erregt, da ist er als — M Pol, und wo er — M erregt, da ist er als + M anzusehen. Es giebt daher am ganzen schließenden Stabe nirgends feststehende

Pole oder einzelne Stellen, an welchen + M oder — M im Uebergewichte vorhanden wäre. Der polarisch magnetische Gegensatz in demselben ist also einzig dadurch begründet, daß die Richtungen der beyden durch die Action der Kette erregten Magnetismen einander entgegengesetzt sind, daß nämlich + M nach der einen Seite zu im Kreise herum und — M nach der entgegengesetzten Seite zu gerichtet ist. Es besitzt also der schließende Stab einen einfachen magnetischen Wirkungskreis, dessen Axe mitten durch den Stab geht, und jeder Punkt in demselben Wirkungskreise ist + M und — M zugleich, so daß alle von der Axe aus gehende Radien in den perpendikulär auf derselben stehenden Ebenen nach der einen Seite zu + M, nach der andern — M sind, und zwar in gleichförmig wechselnder Folge, indem das + M des einen Radius den — M des andern zugekehrt ist. Die Radien sind aber nur + M und — M in den perpendikulär auf der Axe stehenden Ebenen, in der Richtung der Axe selbst sind sie dagegen als magnetisch indifferent anzusehen. Aus dieser Darstellung sieht man leicht ein, daß die Vorstellung, welche sich Herr D. Seebeck von magnetischer Einwirkung des Schließungsdrahtes macht, mit derjenigen viele Aehnlichkeit besitzt, die Herr Prechtl durch Transversal-Magnetismen angedeutet hat.

Der Magnetismus im Eisen und Stahl unterscheidet sich nach Seebeck von dem Magnetismus in der Galvanischen Kette dadurch, daß die den diametral einander gegenüber liegenden Punkten des Stahlmagnetes zugehörenden innern Theile der magnetischen Atmosphäre in einander greifen, und in dem Metalle so innig verbunden sind, daß sie auf keine Weise von einander getrennt werden können, indem die Axe der ganzen den Stab erfüllenden und umgebenden magnetischen Atmosphäre als ein mitten zwischen den Polen an der Oberfläche des massiven cylindrischen Magnetstabes liegender Kreis angenommen werden muß. In der Galvanischen

Kette dagegen können nicht nur die einander diametral gegenüber liegenden Theile der einfachen magnetischen Atmosphäre der Leiter bis zu jedem beliebigen Abstande von einander entfernt werden, wodurch sie um so vollkommner in dieser vor der Entdeckung Oerſted's gänzlich unbekannten einfachen Form hervortreten; sondern es wird sogar aller Magnetismus der Galvanischen Kette aufgehoben, wenn die einander diametral entgegengesetzten Theile der Atmosphäre bey völliger Berührung der Metalle auf gleiche Art in einander greifen, als in den Stahlmagneten. Uebrigens ist nach Seebeck der Magnetismus im Stahl nach demselben Gesetze vertheilt, wie in der ganzen geschlossenen Galvanischen Kette, d. h. + M und — M haben im Innern des Stahlstabes eine entgegengesetzte Richtung des + M und — M an der äußern Oberfläche. Die Abweichung der Magnetnadel innerhalb des Magnetstabes würde der Abweichung unterhalb und oberhalb desselben entgegengesetzt seyn, wenn die im Innern desselben verbundenen Theile der einfachen magnetischen Atmosphäre des Stabes eben so von einander getrennt werden könnten, wie sie es in der einfachen Galvanischen Kette sind. Dieß ist aber unmöglich. Denn wie viel auch von der innern Masse des Magnetes weggenommen würde, immer bleiben + M und — M in dem übrigen Theile eben so vertheilt, wie sie es in der ganzen Masse waren. Herr Seebeck beweist dieß durch einen Versuch mit einem durchbohrten Stahlcylinder; dieser läßt sich nämlich leicht so magnetisiren, daß das eine Ende desselben ein — M Pol, und das andere Ende ein + M Pol wird, indem man entweder durch denselben einen ihn in allen Punkten berührenden cylindrischen Magnetstab zieht, oder wenn man ihn von außen mit mehreren, gleich starken Magnetstäben an einem Ende umgiebt, welche mit den gleichnamigen Polen unter einander verbunden, einen den hohlen Cylinder dicht umschließenden Kreis bilden. Wird der Cylinder zwischen diesen Stäben, einige Mal

umgedreht, und werden die Magnetstäbe hierauf so gleichförmig als möglich von demselben entfernt, so ist das eine Ende desselben überall in gleichem Grade + M und das andere — M. Die Wirkung eines solchen hohlen magnetischen Cylinders auf die Abweichungsnadel ist aber keinesweges der einen kreisförmigen Galvanischen Kette gleich; denn die Abweichung im Innern des Cylinders ist der an der äußern Oberfläche vollkommen gleich, und es verhält sich dieser Cylinder eben so, als wenn er aus unendlich vielen Magnetstäben zusammengesetzt wäre, deren gleichnamige Polen neben einander lägen.

In der ganzen Darstellung dieser vom Herrn Seebeck aufgestellten Theorie scheint Herrn Pfaff etwas Unbestimmtes und Schwankendes zu liegen. So lange er das Bild eines den ganzen Schließungsdraht umkreisenden Magneten festhalte, wo jeder Punkt nord- und südpolar zugleich, nur nach entgegengesetzten Richtungen sich befinde, ließen sich mehrere elektro-magnetische Erscheinungen genügend erklären; so bald aber Seebeck diesen Transversal-Magnetismus aufgebe, und in Folge der Vergleichung mit dem gewöhnlichen longitudinal-Magneten gleichsam einen Längenmagnetismus an seine Stelle setze, werde die Uebersicht schwieriger. Nach dieser letztern Vergleichung komme Seebeck auf die Folgerung, daß eine frey schwebende einfache Galvanische Kette sich nur dann nach den Endpolen richten könne, wenn der Magnetismus in einem Theile des den Kreis bildenden Leiters stärker sey, als in den übrigen. Auf den Versuchen Ampère's, la Rive's erhelle aber deutlich, daß diese Bedingung durchaus nicht erforderlich sey. Wenn übrigens Seebeck die Elektricität als ein bloßes Erregungsmittel des Magnetismus durch eine durch sie bewirkte Veränderung des innern Zustandes der Metalle betrachte, und die bloße Ausgleichung des + E und — E an sich nicht als die wesentliche Bedingung ansehe: so lasse sich dagegen doch wenigstens

noch erwiedern, daß zwar nicht jede Ausgleichung dazu hinreiche; allein ein bestimmtes Quantum von Ausgleichung in Beziehung auf den Raum, in welchem, und die Zeit, in welcher dieselbe erfolge, würde dann nothwendig seyn, um unter der neuen Wirkungsform von Magnetismus hervorzutreten, weswegen denn der schwache elektrische Strom einer trockenen Säule, oder einer durch bloße Halbleiter oder Spitzen sich verhältnißmäßig langsam entladenden Batterie, dazu nicht hinreiche. Daß aber die magnetische Eigenschaft dem elektrischen Strome selbst, als solchem zukomme, und nicht den Leitern, in welchen erst eine innere Veränderung vorangehen solle, dafür scheine der von Davy angestellte Versuch zu sprechen, durch einen elektrischen Strom, der von allen Leitern unabhängig ist, magnetische Einwirkung hervorzubringen. Immer bleibe es aber ein vorzügliches Verdienst des Herrn Seebeck, durch viele genaue Versuche die Vertheilung der magnetischen Thätigkeit in Leitern von verschiedener Ausdehnung nach Länge, Breite und Dicke, durch sorgfältige Versuche genau bestimmt, und dadurch auch die Mittel der Prüfung jeder Theorie, besonders aber jeder Fundamentalabgleichung, vermehrt zu haben.

Der Herr Prof. Pohl in Berlin *) hat seine Theorie über den Elektro-Magnetismus gleich beym ersten Auffassen, gerade wie Herr D. Seebeck, auf die Idee des Transversal-Magnetismus gebauet. Er bemerkt, daß eine im Schließungsdrahte durchgehends gleichmäßige Vertheilung der beyden magnetischen Thätigkeiten gesetzt werden müsse, nach welcher jeder einzelne Punkt, mit derselben Intensität, wie alle übrigen, die nördliche und südliche, nur durch die bestimmte Richtung verschiedene Thätigkeit zugleich auszusprechen genöthigt sey. Es scheine ihm daher auch die magnetische Wirkungsart des Schließungsdrahtes ihrer Form nach am kürzesten und

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXXI. S. 47 ff.

sprechendsten dadurch charakterisirt zu werden, daß man sage: jede Queerzone des Schließungsdrahtes sey eine in sich zurücklaufende Magnetnadel. Es ist also diese Theorie, so wie sie auch Herr Pohl nennt, die Theorie der Circular-Polarität. In einem andern Aufsatze *) deutet er die Beziehung der Elektricität auf den Magnetismus mit folgenden Worten an: Elektricität und Magnetismus werden in ihrer Eigenthümlichkeit, und für den entschiedenen Standpunkt unserer Physik jederzeit als zwey durchaus verschiedene Erscheinungen betrachtet werden müssen. Das mathematisch entgegengesetzte $+x$ und $-x$, ist, als ein absoluter Gegensatz $= 0$; jeder physische Gegenstand aber muß als solcher, außer den Momenten des Gegensatzes noch andere Bestimmungselemente enthalten, die, statt daß die Vereinigung der beyden Seiten zu Null werden sollte, hier vielmehr als ein reelles Etwas um so bestimmender hervortreten können. Wenn Oxygen und Hydrogen, wenn Säure und Alkali bey der gegenseitigen Indifferenzirung ein Aggregat geben, das für die Erscheinungen keineswegs $= o$, und dabey von jedem der Aggreganden wesentlich verschieden ist, so ist es ganz in der Ordnung, daß auch $+E$ und $-E$, mögen sie im Sinne der Dualisten, oder Unitarier, mögen sie selbst als materielle Substrate oder nur als Zustände oder Thätigkeiten der Materie betrachtet werden, bey der Aufhebung des Gegensatzes, den sie in jedem Fall bilden, gleichfalls ein reelles, von $+E$ und $-E$ verschiedenes Produkt geben müssen. Daß aber der Magnetismus dieses Indifferenzprodukt sey, ist die einfach große offenbarte Thatsache der Oerstedschen Entdeckung. Die Folgerung, daß demnach eigentlich jedes oE mit vorhandenem M verbunden seyn müsse, gilt nur, wenn das E als etwas Materielles gesetzt wird; aber auch selbst wenn man dieses unter einer andern Betrachtungsweise zugiebt, so sind in der That

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXXIII. S. 257 f.

wohl die frühern bekannten Beobachtungen von Coulomb und die neuesten Hanstein'schen Entdeckungen geeignet, die Thesis in dieser Beziehung vielleicht zu bestätigen, als jene Folgerung sie zu entkräftigen vermöchte.

Wenn daher der Schließungsdraht der Kette ein wahrhafter Magnet sey, so könne der Magnetismus desselben unter keiner andern Form als durch Circular-Polarität in die Erscheinung treten. Schon das einzige Factum, daß jeder Punkt des Schließungsbogens in einem Eisendrahte sowohl + M als — M hervorzurufen vermöge, je nachdem der letztere in dieser oder in entgegengesetzter Richtung daran gestrichen werde, sey von der Art, daß nicht zu begreifen sey, wie es sich in die Annahme einer bloßen Bi- oder Tetra-Polarität fügen solle. Man sey bey den einmal anerkannten ersten Punkte gezwungen, auch die Thatsache einzuräumen, die man ja auch bey dem gewöhnlichen Magnete zugeben müsse, daß in jedem Punkte des Leiters + M und — M zugleich nur durch die verschiedene Richtung aus einander gehalten, vorhanden sey. In einem noch neuern Aufsatze *) hat Herr Prof. Pohl diese seine Theorie der Circular-Polarität noch weiter zu entwickeln und zu begründen gesucht. Seiner Meynung nach ist es ihm gelungen, durch neue Versuche dieser seiner Theorie der elektro-magnetischen Circular-Polarität gehörige Festigkeit zu geben. Um das Wesen der Circular-Polarität näher kennen zu lernen, sey (Fig. 61.) f ein magnetisch erregter oder erregbarer Punkt. An die Durchschnittscurve des Leiters ziehe man die Tangenten fc, fb, und durch die Berührungspunkte b und c in der Oberfläche des Leiters, auf den Durchschnitt senkrechte gerade Linien, so wirkt das von den letztern eingeschlossene Stück der Oberfläche des Leiters auf f wie ein Transversal-Magnet, dessen äußerste durch c und b

*) Gilbert's Ann. ꝛc. B. LXXIV. S. 389 ff. B. LXXV. S. 269 f.

gehende Polarkanten, jene nordpolar, diese südpolar wären. Ist daher f der Nordpol einer um i beweglichen Magnetnadel, so wird f von der Nordpolarlinie nach k hin abgestoßen, und von der Südpolarlinie eben dahin angezogen, und die Nadel erhält eine dem gemäße Abweichung ik. Ist dagegen in f der Nordpol eines starken Magnets und der Leiter beweglich, so wird letzterer, wenn die Wirkung kräftig genug ist, nach entgegengesetzten Tangential-Richtungen sich bewegen. Herr Pohl hat zunächst seine Versuche auf diesen Fall eingeschränkt, wo statt der Wirkung aus f, die Wirkung des Erdmagnetismus auf den elektromagnetischen Leiter, welche, wie aus einem unendlich entfernten Punkte in der sich parallele Richtung der magnetischen Inclination vor sich geht. Bey Anwendung der geradlinigten Leiter kam es auf den Winkel an, den sie mit der Richtung der magnetischen Inclination machen, mithin auf die Neigung der Leiter gegen den Horizont. Wenn in das eine Ende eines um eine senkrechte Axe sehr beweglichen horizontalen Leiters + E eintritt, der in der Inclinationsebene sich befindet, so verhält sich die untere Fläche desselben gegen den Erdmagnetismus wie ein Transversal-Magnet, dessen eine Kante nordpolar, die andere südpolar ist. Da nun in unserer Hemisphäre der Erdmagnetismus von unten herauf wie der Südpol eines Magnetes wirkt, so wird von ihm die Südpolare Kante des Leiters nach der Richtung NOS fortgestoßen, die nordpolare Kante aber nach eben der Richtung angezogen, und diese Wirkung wiederholt sich in jeder neuen Lage des Leiters von neuem; also muß er nach der Theorie der Circular-Polarität in der Richtung von N durch O nach S in einem Kreise umher laufen. Wenn dagegen in das Axenende des Leiters die + E eintritt, so wird die Rotation in entgegengesetzter Richtung, von N durch W nach S erfolgen, weil dann die Richtung der Circular-Polarität der vorigen entgegengesetzt ist. Ein gemeiner Transver-

sal-Magnet, der an seinen in fixirten Linien abgegrenzten Polarkanten auch von außen her durch den Erdmagnetismus sollicitirt wird, muß sich zwar in gleichen Lagen und bey gleicher Beweglichkeit nach denselben Richtungen drehen, unfehlbar aber im östlichen oder westlichen Azimuth (mit der nordpolaren Kante nach N, mit der südpolaren nach S gerichtet) zur Ruhe kommen. Der obige elektromagnetische Leiter hingegen, auf welchem diese Polarkanten nicht reell, auf eine äußerliche Weise, sondern nur vermöge einer aus der Mitte und aus dem Innern der sollicirten Fläche hervorgehenden Thätigkeit vorhanden sind, wird unabläſſig rotiren. Diese Rotation muß da am schnellsten und leichtesten erfolgen, wo die Wirkung des Erdmagnetismus den beweglichen horizontalen Leiter senkrecht trifft, also da, wo die Inclination 90° ist, oder auf den magnetischen Polen der Erde. Je geringer die magnetische Breite ist, desto geringer wird dieser Erfolg seyn, und unter dem magnetischen Aequator wird er gar nicht Statt finden. Dieser theoretischen Betrachtung zu Folge kam es nun darauf an, eine Vorrichtung zu Stande zu bringen, wodurch dieselbe in der Wirklichkeit bestätigt wurde. Herr **Pohl** hat ein solches Instrument auf folgende Art zu Stande gebracht: Auf einem horizontalen Brette fand sich eine Kreisrinne aus Messingblech, von 8″ Durchmesser deren Seitenwände mit aufgelöstem Siegellack überzogen, 0,4″ hoch und 0,5″ von einander entfernt waren. Auf einer freyen 0,75″ hohen Stahlspitze im Centrum der Rinne, schwebte auf einem Agathütchen eine aus sehr dünnem Kupferblech verfertigte, 0,2″ breite und 3,75″ lange Nadel. An ihrem vordern Ende war sie in einen rechtwinklicht nach unten ungebogenen Kupferdraht, das herabgebogene Ende 0,4″ lang, und an ihrem hintern Ende befand sich ein dünner, 2″ langer Messingdraht mit einem Schraubengewinde, auf dem ein kleines Messingkügelchen als Gegengewicht hin und her geschraubt werden konnte. Die Fassung des Agathütchens

erweiterte sich nach oben zu einem kleinen Cylindergefäße, welches ein Paar Tropfen Queckſilber faßte. Die Kreisrinne wurde ungefähr bis zur Hälfte der Höhe ihrer Seitenwände mit ganz reinem Queckſilber gefüllt, und die Nadel mit Hülfe des kleinen Kügelchen, ſo geſtellt, daß die Spitze des ſenkrecht herabgebogenen Drahtendes die Oberfläche des Queckſilbers ſo eben berührte. In das Queckſilber, mit welchem die Faſſung des Hütchens gefüllt war, tauchte die Spitze eines mit dem Zinkpole der Kette verbundenen Drahtes. In dem Augenblicke, in welchem die Kette durch die Verbindung des Queckſilbers in der Rinne mit dem Kupferpole geſchloſſen wurde, begann die Nadel ihre Rotation von N durch O nach S mit lebhafter Geſchwindigkeit, in 10 Secunden den ganzen Umfang 10 mal durchlaufend. Die Nadel brachte Herr Pohl durch den über ihre obere Fläche gehaltenen Südpol eines künſtlichen Magneten in möglichſt ſchnelle entgegengeſetzte Rotation; aber gleich nach der Entfernung des Magneten nahm die Geſchwindigkeit dieſer Bewegung ab, wurde ſchon nach einem halben Kreislaufe o, und die Nadel begann nach einem momentanen Stillſtande ſogleich wieder in die vorige Richtung von N durch O nach S zu rotiren. Wurde die Kette geöffnet, ſo ſtand die Nadel ſehr bald ſtill.

Herr Pohl änderte dieſen Verſuch verſchiedentlich ab, und das Reſultat ergab ſich immer ſo, wie es nach der Theorie der Circular-Polarität ſeyn ſollte.

Die Verſuche mit vertikalen Leitern beſtätigten ebenfalls die theoretiſchen Betrachtungen ſo, daß dadurch Herr Pohl ſich von der Richtigkeit ſeiner Theorie der Circular-Polarität überzeugt zu ſeyn glaubte.

Sollte nicht die Reaction des Queckſilbers an den Bewegungen der Drähte den meiſten Antheil haben? Daß durch das Einwirken der Galvaniſchen Elektricität im Queckſilber ſonderbare Bewegungen erfolgen, hat bereits Herr Prof. Ermann im Jahre 1808 darge-

than. M. s. Th. VIII. S. 66 ff. Diese wunderbaren Bewegungen hat erst neuerlich Humph. Davy bestätigt, und noch einige andere Erscheinungen, die sich besonders auf den Elektro-Magnetismus beziehen, wahrgenommen.

Die Hrn. v. Althauß α), Berzelius β) und Muncke γ) suchten die elektro-magnetischen Erscheinungen, welche nicht lange nach Oersted's Entdeckungen bekannt geworden waren aus der Theorie eines tetrapolaren Transversal-Magnetismus abzuleiten. Berzelius und v. Althauß scheinen unabhängig von einander auf den Gedanken gekommen zu seyn, daß der Leitungsdraht mit einem tetrapolaren Transversal-Magneten gleich gesetzt werden könnte. Herr Berzelius suchte aus seinen vielfältigen Versuchen zu zeigen, daß beyde Elektricitäten eine magnetische Polarität hervorbringen, welche ihren Nordpol nach derselben Richtung in Beziehung auf den Strom der Elektricität gekehrt hat, daß aber, wenn dieser bey den beyden entgegengesetzten Elektricitäten nach entgegengesetzter Richtung geht, dann auch die gleichnamigen Pole beyder nach entgegengesetzter Seite zu liegen kommen, und der elektrische Auslader eine doppelte elektrische Polarität erhält, wie die, welche entsteht, wenn zwey gleich starke Magnete mit ihren ungleichnamigen Polen zusammengelegt werden. Diese doppelt verkehrte Polarität bezeichnet nach Berzelius den elektro-magnetischen Zustand, und unterscheidet ihn bestimmt von der einfachen magnetischen Polarität unserer gewöhnlichen Magnete und des Erdkörpers. Dasselbe schloß v. Althauß aus seinen interessanten Versuchen, und Herr Muncke entwickelte die ausgesprochene Theorie mit Scharfsinn. Nach ihm steht an der

α) Annales de chem. et de physique. T. XVI. p. 113 sq.

β) Versuche über den Elektro-Magnetismus, nebst einer kurzen Prüfung der Theorie des Herrn Ampère. Heidelberg 1821. 8.

γ) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXX. S. 141 ff. B. LXXI. S. 20 ff.

Spitze derselben der Hauptsatz: Der leitende Draht oder der leitende metallische Körper, welcher die entgegengesetzten Elektricitäten, mögen diese durch Reibung oder durch Berührung erzeugt seyn, einander zuführt, erhält für die Dauer der elektrischen Spannung vier magnetisch-polarische, mit seiner Längenaxe parallel laufende Linien, deren gleichnamige Polenden einander diametral entgegenstehen. Der Herr Prof. Raschig *) hatte zum Theil die Versuche, auf welche Herr Prof. Muncke seine Theorie gründete, wiederholt, theils auch zur Prüfung derselben neue angestellt, aus welchen er das Resultat nicht finden konnte, daß im Queerschnitt eines Schließungsdrahtes vier Pole sind, vielmehr glaubte er überzeugt zu seyn, daß die anfänglich auffallenden Erscheinungen eine nothwendige Folge der gewöhnlichen magnetischen Anziehungs- und Abstoßungsgesetze seyn. Auch die Herren Prof. Kries und Gilbert machten gegen Muncke's Hypothese verschiedene Einwendungen. Herr Hofr. Muncke suchte diese Einwürfe besonders zu beantworten, und seine Theorie zu vertheidigen. Nach der Zeit aber wurden durch mehrere Versuche, besonders des Herrn D. Seebeck elektro-magnetische Thatsachen entdeckt, welche mit der Theorie des tetrapolaren Transversal-Magnetismus nicht bestehen können, und wahrscheinlich wird sie auch Herr Muncke verlassen haben.

Der Herr Prof. Schmidt in Gießen suchte die elektro-magnetischen Phänomene aus der Hypothese eines bipolaren Transversal-Magnetismus zu erklären. Er glaubte aus mehreren Versuchen den Satz als Hauptsatz seiner Theorie annehmen zu können: Die Linie eines Drahtgewebes, dessen Windungen sich genau berühren, wird durch die Entladung der Elektricität durch einen unter dem Gewinde befindlichen geradlinigten Metalldraht, eine Linie magnetischer Indifferenz; so wie die ihr diametral gegenüberstehende, die links und rechts gelegenen Hälften des

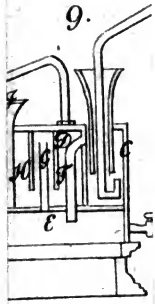
*) Gilbert's Annalen der Physik.

Drahtcylinders sind magnetisch, und zwar liegt die nordpolare Hälfte links von der Richtung, in welcher sich der positive Strom bewegt hat; die südpolare Hälfte also rechts. Aber auch diese Theorie scheint mit unüberwindlichen Schwierigkeiten verbunden zu seyn.

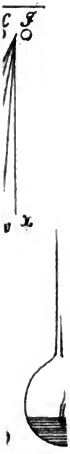
Herr Faraday suchte alle Erscheinungen des Elektro-Magnetismus, welchen er durch seine so merkwürdigen oben angeführten Versuche so sehr bereichert hat, aus dem einzigen Princip der Umkreisung der Pole eines Magnetes um einen elektrisch durchströmten Schließungsdraht, und zwar nach entgegengesetzter Richtung, und umgekehrt, zu erklären. Die kreisförmige Bewegung ist indessen keine einfache, sondern eine zusammengesetzte, und es müßte also diese noch wenigstens in zwey andere einfache aufgelöst werden können; und dann wäre darzuthun, was für Kräfte dabey wirksam wären.

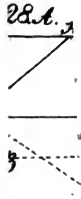
Aus dem bisher Angeführten sieht man genügend, daß es mit Schwierigkeiten verbunden ist, eine elektro-magnetische Theorie aus den bis jetzt bekannten Erscheinungen vollständig und ohne weitere Verbesserung zu entwickeln. Ja es ist selbst die Frage noch nicht gelöst: ob der Magnetismus ein besonderes Fluidum ausmacht, welches bloß in den des magnetisirens fähigen Körpern angetroffen wird, oder ob er nichts, als elektrisches Fluidum ist, welches durch die besondern Eigenschaften der Körper modificirt, und auf eine eigenthümliche Art vertheilt wird? Nach dem gegenwärtigen Zustande der naturwissenschaftlichen Kenntnisse kann schwerlich diese Frage entschieden werden; denn alles, was man bis jetzt dargethan hat, geht darauf hinaus, daß man den Magnetismus in den Körpern mittelst der Elektricität erregen kann; aber die Identität des magnetischen und elektrischen Fluidums folgt nicht unumgänglich aus den wichtigen Thatsachen, die man in der neuesten Zeit entdeckt hat. Neu entdeckte Thatsachen erzeugen gewöhnlich wieder neue Schwierigkeiten zur Begründung einer Theorie und zur Bestätigung der bereits aufgestellten. Es wird daher im Verfolg dieser Untersuchungen wohl nöthig seyn, auf alle mögliche Umstände Rücksicht zu nehmen, welche bey elektro-chemischen Erscheinungen vorkommen können, um eine von den aufgestellten Theorien entweder zu bestätigen, oder zu berichtigen, oder eine neue ohne allen Widerspruch aufzustellen. Eine vorzügliche Rolle bey der Einwirkung der Elektricität auf Magnetismus scheinen die Imponderabilien zu spielen.

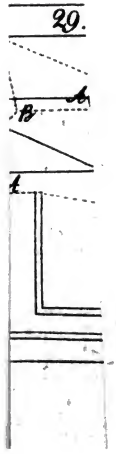
12.

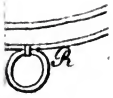


9.









C
v
T
B
R
x